

Микола О. Вовк¹, Ольга М. Мартин²,
Олександр П. Завада³, Дмитро М. Недоступ⁴

ПРОГНОЗУВАННЯ РИЗИКІВ СОЦІО-ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ В СИСТЕМІ ТЕХНОЛОГІСТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ

У статті досліджено питання прогнозування ризиків соціо-еколого-економічної ефективності в системі технологістичного менеджменту аграрних підприємств. В умовах сучасної економіки, що характеризується швидкими змінами, глобалізацією та посиленням екологічних викликів, аграрний сектор відіграє ключову роль у забезпеченні продовольчої безпеки та сталого розвитку. Проте діяльність аграрних підприємств супроводжується численними ризиками, що мають як економічну, так і соціальну та екологічну складові. Це обумовлює необхідність ефективного прогнозування та управління ризиками з метою мінімізації можливих негативних наслідків. У дослідженні розглянуто основні теоретичні та методологічні підходи до прогнозування ризиків, а також запропоновано нові підходи до інтеграції соціальних, екологічних та економічних показників у систему технологістичного менеджменту аграрних підприємств. Використання сучасних математичних та інформаційно-аналітичних методів дозволяє підвищити точність прогнозування, що, у свою чергу, сприяє прийняттю більш обґрунтованих управлінських рішень. Проаналізовано методи оцінювання ризиків, серед яких експертні оцінки, статистичний аналіз та моделювання можливих сценаріїв розвитку подій. Важливим аспектом є впровадження систем моніторингу та контролю ризиків, що забезпечує своєчасне реагування на зміни у зовнішньому та внутрішньому середовищі підприємств. Окремо акцентовано увагу на екологічних ризиках, пов'язаних із веденням сільськогосподарської діяльності, зокрема на деградації ґрунтів, забрудненні водних ресурсів, зміні кліматичних умов та впливі агрохімікатів на довкілля. Запропоновано комплексні підходи до мінімізації екологічних ризиків шляхом впровадження сталих технологій виробництва, оптимізації використання природних ресурсів та адаптації до кліматичних змін. Значну роль у цьому процесі відіграє цифровізація аграрного сектору, зокрема застосування дистанційного зондування Землі, сенсорних технологій та штучного інтелекту для моніторингу стану агроєкосистем. Соціальний аспект ризиків також є важливим елементом дослідження. Аграрні підприємства суттєво впливають на соціально-економічний розвиток регіонів, створюючи робочі місця, забезпечуючи місцеві громади продовольчими товарами та сприяючи збереженню традиційних сільських укладів. Водночас існують ризики, пов'язані з нестабільністю зайнятості, трудовою міграцією, соціальним напруженням та доступом до базових послуг. У дослідженні запропоновано заходи для підвищення соціальної стійкості аграрного сектору, серед яких розвиток інфраструктури, створення умов для професійного зростання працівників та стимулювання соціальної відповідальності бізнесу. Таким чином, у статті сформовано концептуальну основу прогнозування ризиків у соціо-еколого-економічному контексті аграрного сектору, що дозволяє підвищити його ефективність та забезпечити сталий розвиток. Запропоновані підходи та моделі можуть бути використані при розробці державних стратегій, програм підтримки аграрного бізнесу та управлінських рішень на рівні окремих підприємств.

Ключові слова. управління, прогнозування, ризики, соціо-еколого-економічна ефективність, система, сталий розвиток, технологістичний менеджмент, аграрні підприємства, конкурентоспроможність.

¹ Poltava State Agrarian University. Ukraine.

² Lviv State University of Life Safety. Ukraine.

³ Ivan Franko National University of Lviv. Ukraine.

⁴ Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkassy. Ukraine.

Форм. 7. Табл. 4. Рис. 7. Лим. 12.

DOI: 10.32752/1993-6788-2025-1-285-230-245

Mykola Vovk, Olga Martyn, Oleksandr Zavada, Dmytro Nedostup
**FORECASTING RISKS OF SOCIO-ECOLOGICAL-ECONOMIC
EFFICIENCY IN THE SYSTEM OF TECHNOLOGICAL
MANAGEMENT OF AGRICULTURAL ENTERPRISES**

The article examines the issue of forecasting risks of socio-ecological and economic efficiency in the technological management system of agricultural enterprises. In the conditions of a modern economy characterized by rapid changes, globalization and increasing environmental challenges, the agricultural sector plays a key role in ensuring food security and sustainable development. However, the activities of agricultural enterprises are accompanied by numerous risks that have both economic and social and environmental components. This necessitates the need for effective forecasting and risk management in order to minimize possible negative consequences. The study considers the main theoretical and methodological approaches to risk forecasting, and also proposes new approaches to the integration of social, environmental and economic indicators into the technological management system of agricultural enterprises. The use of modern mathematical and information-analytical methods allows to increase the accuracy of forecasting, which, in turn, contributes to the adoption of more informed management decisions. Risk assessment methods are analyzed, including expert assessments, statistical analysis, and modeling of possible scenarios. An important aspect is the implementation of risk monitoring and control systems, which ensures timely response to changes in the external and internal environment of enterprises. Particular attention is paid to environmental risks associated with agricultural activities, in particular soil degradation, water resource pollution, climate change, and the impact of agrochemicals on the environment. Comprehensive approaches are proposed to minimize environmental risks by implementing sustainable production technologies, optimizing the use of natural resources, and adapting to climate change. A significant role in this process is played by the digitalization of the agricultural sector, in particular the use of remote sensing of the Earth, sensor technologies, and artificial intelligence to monitor the state of agroecosystems. The social aspect of risks is also an important element of the study. Agricultural enterprises significantly affect the socio-economic development of regions, creating jobs, providing local communities with food products and contributing to the preservation of traditional rural ways of life. At the same time, there are risks associated with employment instability, labor migration, social tension and access to basic services. The study proposes measures to increase the social sustainability of the agricultural sector, including infrastructure development, creating conditions for professional growth of employees and stimulating social responsibility of business. Thus, the article forms a conceptual basis for predicting risks in the socio-ecological and economic context of the agricultural sector, which allows to increase its efficiency and ensure sustainable development. The proposed approaches and models can be used in the development of state strategies, agribusiness support programs and management decisions at the level of individual enterprises.

Keywords. *management, forecasting, risks, socio-ecological-economic efficiency, system, sustainable development, technological management, agricultural enterprises, competitiveness.*

Peer-reviewed, approved and placed: 12.03.2025.

Постановка проблеми. Актуальність дослідження прогнозування ризиків соціо-еколого-економічної ефективності в системі технологічного менеджменту аграрних підприємств зумовлена необхідністю забезпечення стійкого розвитку аграрного сектору в умовах зростаючих екологічних викликів, соціальної відповідальності та економічної нестабільності.

Інтеграція сучасних методів прогнозування у систему управління дозволяє підвищити адаптивність підприємств до змін зовнішнього середовища, мінімізувати негативні наслідки ризиків та підвищити загальну ефективність виробничих процесів. Це дослідження сприяє формуванню комплексного підходу до оцінки ризиків, що враховує взаємозв'язок між технологічними, екологічними та економічними факторами, забезпечуючи прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В Україні тривають трансформаційні процеси, спрямовані на розвиток ринкової економіки, що зумовлює необхідність постійного вдосконалення управлінської системи. Зміни та покращення її механізму стають особливо актуальними, оскільки їхнє глибоке вивчення та аналіз є запорукою ефективного функціонування. В умовах соціально-економічного розвитку перед керівниками різних рівнів постає завдання створення дієвого механізму управління, здатного зміцнювати виробничо-господарську діяльність шляхом упровадження сучасних технологій та швидкої адаптації до змін у внутрішньому та зовнішньому середовищі [5-6].

Під час формування стратегічних планів розвитку підприємства та ухвалення управлінських рішень, спрямованих на їх реалізацію, важливо об'єктивно оцінювати майбутні показники розвитку технологічного менеджменту. Якщо є статистичні дані про їхні значення в минулі періоди, для прогнозування доцільно застосовувати трендові моделі [1; 2]. Такі моделі базуються на припущенні, що наявні тенденції у розвитку досліджуваних процесів із певною ймовірністю збережуться в майбутньому. Для прогнозування змін деякого показника Y за допомогою трендової моделі підбирається функція $Y=f(t)$, яка найточніше відображає його динаміку в минулому. На основі цієї функції формується рівняння регресії, яке перевіряється на відповідність вихідним даним за допомогою методів математичної статистики. Якщо рівняння підтверджує свою адекватність, прогнозні значення отримують шляхом підстановки у нього значення змінної t , що відповідає прогнозованому періоду [7; 12]. Якщо рівняння регресії не відповідає вихідним даним, необхідно обрати іншу функцію для прогнозування або застосувати альтернативний підхід, зокрема один із адаптивних методів.

Метою даної статті є прогнозування ризиків соціо-еколого-економічної ефективності в системі технологічного менеджменту аграрних підприємств.

Основні результати дослідження. Для оцінки майбутнього стану технологічного менеджменту на підприємствах здійсимо прогноз інтегральної оцінки W , а також її техніко-технологічної, виробничої, інноваційної та управлінської складових на 2023-2024 роки. Аналіз змін цих показників у період з 2012 по 2021 рік свідчить про стабільну тенденцію зростання інтегральних оцінок W_1 , W_3 , W_4 та W , яку можна описати за допомогою лінійного рівняння регресії. Водночас для інтегральної оцінки W_2 , що характеризує виробничу складову технологічного менеджменту, подібна закономірність не простежується, тому застосування лінійної регресії для її прогнозування є недоцільним.

Лінійне рівняння регресії, що описує інтегральну оцінку i -тої складової технологічного менеджменту на q -тому підприємстві, має наступний вигляд (1):

$$W_i(q, t) = a_{iq}t + b_{iq} \quad (1)$$

Коефіцієнти a_{iq} та b_{iq} визначаємо із системи рівнянь (2):

$$\begin{cases} a_{iq} \sum_{t=1}^T t^2 + b_{iq} \sum_{t=1}^T t = \sum_{i=1}^T tW_i(q, t) \\ a_{iq} \sum_{t=1}^T t + b_{iq}T = \sum_{i=1}^T W_i(q, t) \end{cases} \quad (2)$$

де T – тривалість ретроспективного періоду ($T = 10$).

Для перевірки адекватності рівняння регресії початковим даним визначаємо коефіцієнт детермінації за формулою (3):

$$R_{iq}^2 = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T (W_i(q, t) - a_{iq}(t) - b_{iq})^2}{\sum_{t=1}^T (W_i(q, t) - \bar{W}_i(q, t))^2} \quad (3)$$

де $W_i(q, t)$ – середнє значення інтегральної оцінки W_i для q -того підприємства протягом ретроспективного періоду. Після цього визначаємо розрахункове значення критерію Фішера (4):

$$F_{iq} = \frac{R_{iq}^2}{1 - R_{iq}^2} (T - 2) \quad (4)$$

Рівняння регресії вважається адекватним за критерієм Фішера, якщо отримане значення F_q перевищує критичне значення $F(\alpha, k_1, k_2)$, що відповідає імовірності α та ступеням свободи $k_1=1, k_2=T-2$. Приймаємо імовірність $\alpha = 0,95$, тоді $F(\alpha, k_1, k_2) = 5,32$.

Якщо рівняння регресії виявилось адекватним, підставляючи в нього значення $t=12$ та $t = 13$, що відповідають 2023 і 2024 рокам, отримуємо прогнозні значення відповідної інтегральної оцінки на ці періоди. На основі отриманих прогнозних значень визначаються інтервали, в межах яких із ймовірністю α перебуватиме відповідна інтегральна оцінка у 2023 та 2024 роках. Ці інтервали мають вигляд $[a_{iq}t_0 + b_{iq} - \Delta_{iq}, a_{iq}t_0 + b_{iq} + \Delta_{iq}]$, де t_0 – номер року, для якого робиться прогноз, а Δ_{iq} визначається із рівності (5):

$$\Delta_{iq} = t(\alpha, T - 2) \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (W_i(q, t) - a_{iq}t - b_{iq})^2}{T - 2}} \sqrt{\frac{1}{T} + \frac{(t_0 - \bar{t})^2}{\sum_{t=1}^T (t - \bar{t})^2}} \quad (5)$$

де $t(\alpha, T-2)$ – значення критерію Стюдента, що відповідає імовірності α та ступеню свободи $T-2 = 8$, а t – середнє значення параметра t для ретроспективного періоду.

Прогнозовані значення загальної інтегральної оцінки W технологічного менеджменту обчислюються за аналогічним методом. У таблиці 1 представлені значення коефіцієнтів лінійних регресій, коефіцієнтів детермінації та розрахункові значення критерію Фішера для інтегральних оцінок технологічного менеджменту, а також його техніко-технологічної, виробничої, інноваційної та управлінської складових.

Таблиця 1. Параметри лінійної регресії для інтегральних оцінок технологічного менеджменту та його складових групи підприємств агропродовольчої сфери Полтавської, Сумської та Київської областей, побудовано авторами

Показник	Область	Коефіцієнти рівняння регресії		R_{iq}^2	F_{iq}
		a_{iq}	b_{iq}		
W	Полтавська	0,0460	0,3545	0,9954	1747,69
	Київська	0,0268	0,5944	0,9939	1307,58
	Сумська	0,0404	0,3089	0,9916	947,56
W_1	Полтавська	0,0111	0,5583	0,9366	118,23
	Київська	0,0226	0,3950	0,9565	176,13
	Сумська	0,0259	0,1619	0,8402	42,06
W_2	Полтавська	0,0087	0,3983	0,0898	0,78
	Київська	-0,0058	0,3086	0,1590	1,51
	Сумська	0,0037	0,2891	0,0575	0,48
W_3	Полтавська	0,0627	0,2556	0,9505	153,60
	Київська	0,0379	0,2957	0,9866	593,06
	Сумська	0,0580	0,0464	0,9925	1063,30
W_4	Полтавська	0,0476	0,3486	0,9983	4813,40
	Київська	0,0246	0,7298	0,9915	938,33
	Сумська	0,0381	0,4182	0,9858	557,81

Для інтегральної оцінки W_2 розрахункові значення критерію Фішера для всіх областей виявилися меншими за критичне значення цього критерію. Тому рівняння лінійної регресії не можна використовувати для прогнозування очікуваних значень цієї оцінки. Для інших оцінок на основі рівнянь регресії визначимо точкові прогнози $W_i(q, t_0) = a_{iq}t_0 + b_{iq}$ на 2023 та 2024 роки та інтервали, яким ці оцінки належатимуть із імовірністю 0,95. Результати обчислень наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Очікувані значення інтегральних оцінок технологічного менеджменту та його складових групи підприємств агропродовольчої сфери Полтавської, Сумської та Київської областей на 2023-2024 рр., побудовано авторами

Оцінка	Область	Точковий прогноз		Інтервальний прогноз	
		2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік
W	Полтавська	0,90	0,95	[0,88; 0,92]	[0,93; 0,97]
	Київська	0,91	0,94	[0,90; 0,92]	[0,92; 0,95]
	Сумська	0,79	0,83	[0,77; 0,81]	[0,81; 0,85]

Закінчення табл. 2

Оцінка	Область	Точковий прогноз		Інтервальний прогноз	
		2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік
W ₁	Полтавська	0,69	0,70	[0,67; 0,70]	[0,68; 0,72]
	Київська	0,66	0,69	[0,63; 0,69]	[0,65; 0,72]
	Сумська	0,47	0,49	[0,40; 0,53]	[0,42; 0,57]
W ₃	Полтавська	1,00	1,01	[0,92; 1,09]	[0,97; 1,16]
	Київська	0,75	0,78	[0,72; 0,77]	[0,76; 0,81]
	Сумська	0,74	0,80	[0,71; 0,77]	[0,76; 0,83]
W ₄	Полтавська	0,92	0,96	[0,91; 0,93]	[0,95; 0,98]
	Київська	1,02	1,05	[1,01; 1,03]	[1,03; 1,06]
	Сумська	0,87	0,91	[0,85; 0,90]	[0,88; 0,94]

Прогнозовані значення інтегральної оцінки W технологічного менеджменту відображені на рис. 1.

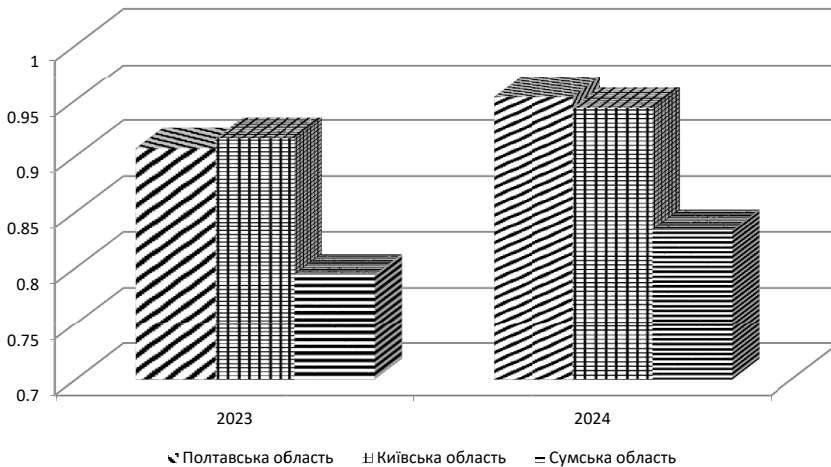


Рис. 1. Прогнозовані значення інтегральної оцінки W технологічного менеджменту для підприємств агропродовольчої сфери Полтавської, Сумської та Київської областей на 2023-2024 рр., побудовано авторами

Згідно з прогнозом, у 2024 році Полтавська область може обігнати Київську за загальною інтегральною оцінкою технологічного менеджменту, оскільки очікуване зростання цієї оцінки в 2024 році (0,046 одиниць) є більшим, ніж для Київської області (0,027 одиниць). Водночас Сумська область, ймовірно, не зможе перевищити Полтавську та Київську, оскільки верхня межа прогнозного інтервалу для цієї області нижча за нижні межі інтервалів для двох інших областей.

Очікувані інтегральні оцінки техніко-технологічної та інноваційної складових технологічного менеджменту є найвищими в Полтавській області. Зокрема, нижня межа прогнозного інтервалу для оцінки інноваційної складової в Полтавській області перевищує верхні межі прогнозних інтервалів

для цієї оцінки в інших областях. Найвища оцінка управлінської складової прогнозується для Київської області, причому її нижня межа інтервалу перевищує верхню межу аналогічного інтервалу для Полтавської області, а у Полтавській – для Сумської. Це дозволяє зробити висновок, що в 2023–2024 роках інтегральна оцінка управлінської складової технологічного менеджменту для Київської області залишатиметься вищою за Полтавську, а для Полтавської – вищою за Сумську.

Для прогнозування майбутніх значень інтегральної оцінки виробничої складової технологічного менеджменту застосовано адаптивну модель Брауна. Для апроксимації значень $W_2(q,t)$ даної інтегральної оцінки протягом ретроспективного періоду використана функція $\varphi(q,t) = \eta(q,t)t + \theta(q,t)$. Значення $\eta(q,t)$ та $\theta(q,t)$ змінюються при переході до наступного року ретроспективного періоду відповідно до точності одержаної апроксимації для попереднього року. При $t > 1$ ці значення обчислюються за формулами (6) та (7):

$$\eta(q,t) = \eta(q,t-1) + \gamma^2(W_2(q,t) - \varphi(q,t)) \quad (6)$$

$$\theta(q,t) = \eta(q,t-1) + \theta(q,t-1) + \gamma^2(W_2(q,t) - \varphi(q,t)) \quad (7)$$

Початкові значення $\eta(q,1)$ та $\theta(q,1)$ визначаються методом найменших квадратів по першим п'яти рокам ретроспективного періоду. Параметр γ вибирається емпірично в діапазоні від 0,1 до 0,3, щоб під час адаптації параметрів моделі забезпечити найбільш точні прогнози для років ретроспективного періоду.

Для прогнозування значень інтегральної оцінки W_2 на майбутні періоди використовується функція $\varphi(q,t) = \eta(q,t)t + \theta(q,t)$, що одержана в результаті адаптації коефіцієнтів $\eta(q,t)$ та $\theta(q,t)$ на кінець ретроспективного періоду. Результати прогнозування наведено в табл. 3.

Таблиця 3. Прогнозування інтегральної оцінки виробничої складової технологічного менеджменту підприємств агропродовольчої сфери Полтавської, Сумської та Київської областей на 2023–2024 рр., побудовано авторами

Рік	T	$W_2(q,t)$	$\eta(q,t)$	$\theta(q,t)$	$\varphi(q,t)$	$W_2(q,t) - \varphi(q,t)$
Полтавська область (q=1)						
2012	1	0,26	0,059918	0,260601	0,320520	-0,063443
2013	2	0,45	0,054209	0,314810	0,423228	0,027011
2014	3	0,43	0,056640	0,371450	0,541371	-0,113539
2015	4	0,57	0,046421	0,417872	0,603558	-0,033854
2016	5	0,5	0,043374	0,461247	0,678120	-0,181180
2017	6	0,39	0,027068	0,488315	0,650725	-0,256686
2018	7	0,49	0,003966	0,492282	0,520048	-0,032688
Полтавська область (q=1)						
2019	8	0,54	0,001024	0,493306	0,501503	0,042396
2020	9	0,42	0,004840	0,498147	0,541709	-0,117655
2021	10	0,41	-0,005748	0,492398	0,434911	-0,023427

Закінчення табл. 3

Рік	T	$W_2(q,t)$	$\eta(q,t)$	$\theta(q,t)$	$\phi(q,t)$	$W_2(q,t) - \phi(q,t)$
Прогноз						
2023	12				0,423413	
2024	13				0,417665	
Київська область (q=2)						
2012	1	0,35	-0,002853	0,299668	0,296814	0,055079
2013	2	0,23	-0,000650	0,299017	0,297716	-0,065104
2014	3	0,24	-0,003254	0,295762	0,285998	-0,043111
2015	4	0,35	-0,004979	0,290783	0,270866	0,077554
2016	5	0,28	-0,001877	0,288906	0,279521	0,000198
2017	6	0,27	-0,001869	0,287037	0,275822	-0,003334
2018	7	0,29	-0,002002	0,285035	0,271017	0,018423
2019	8	0,27	-0,001265	0,283769	0,273645	-0,006775
2020	9	0,22	-0,001536	0,282232	0,268404	-0,046569
2021	10	0,26	-0,003399	0,278833	0,244840	0,016327
Прогноз						
2023	12				0,238041	
2024	13				0,234642	
Сумська область (q=3)						
2012	1	0,31	-0,019103	0,356421	0,337317	-0,023806
2013	2	0,34	-0,020055	0,336365	0,296253	0,040331
2014	3	0,3	-0,018442	0,317922	0,262594	0,041628
2015	4	0,31	-0,016777	0,301145	0,234035	0,075858
2016	5	0,23	-0,013743	0,287402	0,218686	0,012651
2017	6	0,26	-0,013237	0,274165	0,194742	0,066696
2018	7	0,31	-0,010569	0,263595	0,189611	0,124628
2019	8	0,28	-0,005584	0,258011	0,213339	0,070548
2020	9	0,41	-0,002762	0,255249	0,230390	0,174765
2021	10	0,33	0,004228	0,259478	0,301763	0,032773
Прогноз						
2023	12				0,310220	
2024	13				0,314448	

Прогнозовані значення інтегральної оцінки W_2 для виробничої складової технологічного менеджменту підприємств агропродовольчої сфери в Полтавській, Сумській та Київській областях на 2023-2024 роки показано на рисунку 2.

Прогноз для Полтавської області на 2023–2024 роки передбачає стабілізацію інтегральної оцінки виробничої складової технологічного менеджменту на рівні 2020-2021 років, причому ця оцінка, ймовірно, залишиться вищою, ніж у Київській та Сумській областях. Для Київської області прогнозується незначне зниження цієї оцінки з 0,26 у 2021 році до 0,2346 у 2024 році, хоча вона перевищуватиме рівень 2020 року. Щодо Сумської області, також передбачається зменшення цієї інтегральної оцінки.

Під впливом чинників, що спонукають до розробки управлінського рішення (виробничо-господарська проблема або ініціатива управлінців), суб'єкти управління визначають критерії прийнятності майбутнього рішення,

встановлюють правила, розробляють та аналізують методи й технології прийняття управлінського рішення, після чого формують його і реалізують. Прийняте управлінське рішення орієнтоване на конкретну мету – вирішення виробничо-господарської проблеми або реалізацію управлінської ініціативи. В процесі впровадження рішення важливим завданням керівництва є контроль та регулювання його виконання [4; 8-9].

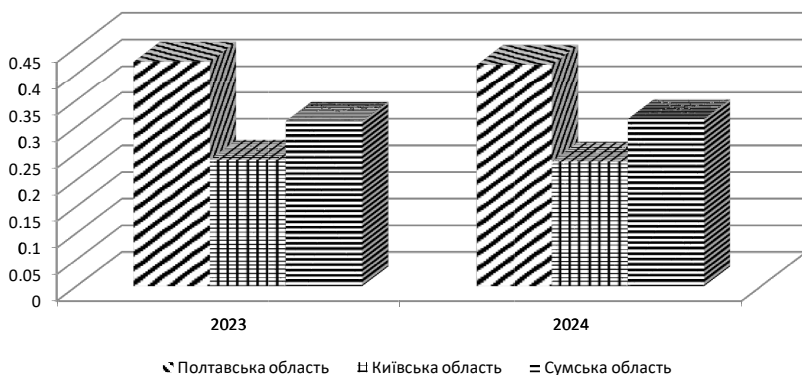


Рис. 2. Прогнозовані значення інтегральної оцінки W_2 виробничої складової технологічного менеджменту підприємств агропродовольчої сфери Полтавської, Сумської та Київської областей на 2023-2024 рр., побудовано авторами

Аналіз взаємозв'язків між показниками, які характеризують різні аспекти технологічного менеджменту, дозволяє визначити вплив різних факторів на загальний розвиток технологічного менеджменту та його окремі складові. Розглянемо підмножину показників $G_i = \prod_{j=1}^{n_i} G_{ij}$. Кожній підмножині G_{ij} відповідає інтегральна оцінка w_{ij} . Оцінимо взаємозв'язки між оцінками w_{ij} та $w_{ij''}$ за допомогою коефіцієнтів кореляції $r_{ij'j''} = r(w_{ij}, w_{ij''})$. Ці коефіцієнти, визначені для кожної пари інтегральних оцінок, утворюють кореляційну матрицю, що відповідає множині G_i . Для перевірки значимості коефіцієнтів кореляції, що включаються до даної матриці, використаємо критерій Стюдента. Для кожного коефіцієнта кореляції $r_{ij'j''}$ визначаємо фактичне значення критерію Стюдента

$$t_{ij'j''} = \sqrt{\frac{r_{ij'j''}}{1 - (r_{ij'j''})^2} (3T - 2)}$$

яке порівнюємо із критичним значення цього критерію, що відповідає довірчій імовірності 0,99 та кількості ступенів свободи $3T-2=28$. Якщо фактичне значення критерію перевищує критичне, то коефіцієнт кореляції $r_{ij'j''}$ є значимим, що підтверджує наявність статистичного зв'язку між інтегральними оцінками w_{ij} та $w_{ij''}$.

Для техніко-технологічної складової технологічного менеджменту, яка визначається набором показників G_1 , кореляційна матриця інтегральних оцінок w_{ij} має вигляд (рис. 3).

1	0,84808	0,67517	-0,4487
0,84808	1	0,86055	-0,5315
0,67517	0,86055	1	-0,4721
-0,44871	-0,5315	-0,4721	1

Рис. 3. Кореляційна матриця інтегральних оцінок w_{1j}

Отже, найбільше значення мають зв'язки між інтегральними оцінками w_{11} і w_{12} (коефіцієнт кореляції 0,84808) та між інтегральними оцінками w_{11} і w_{13} (коефіцієнт кореляції 0,67517). Це свідчить про те, що показники технічного рівня виробництва мають сильний зв'язок з показниками економічної ефективності впроваджених нових технічних і організаційних інновацій, а також з оцінками техніко-технологічного потенціалу підприємства.

Для виробничої складової технологічного менеджменту, яка визначається набором показників G_2 , кореляційна матриця інтегральних оцінок w_{2j} має вигляд (рис. 4).

1	-0,6604	-0,5872	0,2723
-0,6604	1	0,45700	-0,4747
-0,5872	0,45700	1	-0,4191
0,2723	-0,4747	-0,4191	1

Рис. 4. Кореляційна матриця інтегральних оцінок w_{2j}

Перевірка значущості коефіцієнтів кореляції виявляє, що значущими є коефіцієнти кореляції між інтегральними оцінками ефективності використання основних засобів і трудових ресурсів, а також між оцінками ефективності використання основних засобів і ділової активності. Від'ємні коефіцієнти кореляції вказують на те, що підвищення ефективності використання основних засобів не супроводжується зростанням ефективності використання трудових ресурсів та покращенням ділової активності.

Для інноваційної складової технологічного менеджменту, яка визначається рядом показників G_3 , кореляційна матриця інтегральних оцінок w_{3j} має вигляд (рис. 5).

1	0,32747	0,63210	0,64201
0,32747	1	0,7284	0,66732
0,63210	0,7284	1	0,94224
0,64201	0,66732	0,94224	1

Рис. 5. Кореляційна матриця інтегральних оцінок w_{3j}

Перевірка значущості коефіцієнтів кореляції показує, що всі зв'язки між інтегральними оцінками w_{3j} є суттєвими, за винятком зв'язків між оцінками

економічного та маркетингового ефектів. Найсильніші зв'язки спостерігаються між інтегральними оцінками w_{32} та w_{33} (коефіцієнт кореляції 0,72846), між w_{32} і w_{34} (коефіцієнт кореляції 0,66732) та між w_{33} і w_{34} (коефіцієнт кореляції 0,94224). Це свідчить про те, що показники маркетингового ефекту тісно пов'язані з показниками соціального та екологічного ефекту, які, в свою чергу, мають між собою міцний зв'язок.

Оскільки множина G_4 показників управлінської складової технологічного менеджменту не поділяється на підмножини, досліджувалися взаємозв'язки між окремими показниками g_{41k} , що входять до цієї множини. Було виявлено, що коефіцієнт якості впроваджених технологій корелює тільки з коефіцієнтом ступеню керованості технологічними проектами, коефіцієнтом частоти впровадження інновацій на підприємстві та коефіцієнтом задоволеності науково-технічним розвитком підприємства. Усі інші пари коефіцієнтів мають кореляційні взаємозв'язки між собою.

Розглянемо кореляційні зв'язки між інтегральними оцінками W_i техніко-технологічної, виробничої, інноваційної та управлінської складових технологічного менеджменту. Кореляційна матриця для цих інтегральних оцінок виглядає таким чином (рис. 6).

1	0,51635	0,60264	0,17306
0,51635	1	0,23563	-0,3083
0,60264	0,23563	1	0,66744
0,17306	-0,3083	0,66744	1

Рис. 6. Кореляційна матриця інтегральних оцінок (техніко-технологічної, виробничої, інноваційної та управлінської складових технологічного менеджменту)

За допомогою критерію Стьюдента підтверджується значимість лише коефіцієнтів кореляції між інтегральними оцінками W_1 та W_2 , W_1 та W_3 , а також між W_3 та W_4 . Зв'язок між оцінками техніко-технологічної та управлінської складових, а також між оцінками виробничої та інноваційної складових не був підтверджений.

Згідно з кореляційним аналізом, визначимо, які з показників g_{ijk} мають суттєвий зв'язок з інтегральною оцінкою W технологічного менеджменту в цілому. Для цього обчислюємо коефіцієнти кореляції між цими показниками та інтегральною оцінкою W , а також перевіряємо значимість цих коефіцієнтів за допомогою критерію Стьюдента. Перелік показників, для яких коефіцієнти кореляції з інтегральною оцінкою W є значущими, наведено в таблиці 4.

Отже, найбільш тісний зв'язок з інтегральною оцінкою технологічного менеджменту мають показники, для яких коефіцієнт кореляції перевищує 0,85. До таких показників належать якість впроваджених технологій, рівень освіти, оновлення знань, зростання частки потенційних клієнтів, наявність прав інтелектуальної власності у підприємств, задоволеність науково-технічним розвитком, частота впровадження інновацій, оборотність активів та кваліфікація працівників. Ці показники відображають ключові заходи, які необхідно вжити для підвищення якості технологічного менеджменту на підприємствах України.

Таблиця 4. Показники, що корелюють із інтегральною оцінкою технологічного менеджменту підприємств агропродовольчої сфери, побудовано авторами

Показник	Зміст показника	Коефіцієнт кореляції
g ₁₁₁	Фондоозброєність праці	0,69585
g ₁₁₃	Коефіцієнт механізації виробництва	0,53567
g ₁₁₄	Коефіцієнт механізації праці	0,65075
g ₁₁₅	Частка продукції, виготовленої на автоматизованому обладнанні	0,53567
g ₁₂₃	Показник винахідницької (раціоналізаторської) активності	0,79181
g ₁₃₁	Техніко-технологічний потенціал підприємства	0,61429
g ₂₁₁	Фондовіддача	0,46695
g ₂₂₁	Продуктивність праці	0,77782
g ₂₂₃	Коефіцієнт освітнього рівня	0,93836
g ₂₂₅	Коефіцієнт оновлення знань	0,90390
g ₂₃₁	Коефіцієнт оборотності активів	0,85957
g ₂₃₂	Коефіцієнт оборотності оборотних активів	0,74865
g ₂₃₃	Коефіцієнт оборотності необоротних активів	0,69240
g ₂₃₄	Коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості	0,73344
g ₂₃₆	Коефіцієнт оборотності власного капіталу	0,47226
g ₃₁₄	Інноваційний дохід на одного працівника	0,47489
g ₃₂₁	Індекс репутації підприємства	0,7996
g ₃₂₂	Зростання збуту	0,83244
g ₃₂₃	Посилення ринкових позицій	0,82456
g ₃₂₄	Збільшення частки потенційних клієнтів	0,88829
g ₃₃₁	Додаткові робочі місця	0,56050
g ₃₃₃	Розвиток соціальної інфраструктури	0,61101
g ₃₃₄	Рівень кваліфікації працівників	0,85892
g ₃₃₅	Підвищення інвестиційної привабливості	0,68071
g ₃₄₁	Коефіцієнт екологічності об'єкту	0,77544
g ₃₄₂	Коефіцієнт відходоємкості	-0,78167
g ₃₄₃	Коефіцієнт екологічності виробництва	0,66544
g ₄₁₁	Коефіцієнт виконання плану впровадження нових технологічних проектів	0,59179
g ₄₁₁	Коефіцієнт ступеня керованості технологічними проектами	0,73833
g ₄₁₂	Коефіцієнт інформатизації управління техніко-технологічними бізнес-процесами	0,69802
g ₄₁₃	Коефіцієнт якості впроваджених технологій	0,95835
g ₄₁₄	Коефіцієнт залученості працівників до реалізації інноваційних технологій на підприємствах	0,74536
g ₄₁₅	Коефіцієнт забезпеченості підприємств об'єктами прав інтелектуальної власності, на які є відповідні документи	0,88767
g ₄₁₆	Коефіцієнт модернізації та реконструкції науково-технологічної та дослідно-промислової бази підприємств	0,71767
g ₄₁₇	Коефіцієнт створення нових робочих місць для управління інноваційними проектами	0,66156
g ₄₁₈	Коефіцієнт рівня доходності працівників залучених для реалізації технологічних проектів	0,82754
g ₄₁₉	Коефіцієнт впливу технологічних проектів на екологізацію виробництва	0,64406
g ₄₁₍₁₀₎	Коефіцієнт частоти впровадження інновацій на підприємстві	0,86876
g ₄₁₍₁₁₎	Коефіцієнт задоволеності науково-технічним розвитком підприємства	0,87224
g ₄₁₍₁₂₎	Коефіцієнт доступності до новинок НТП	0,48424

Зважаючи на отримані результати, для успішної реалізації технологічного менеджменту на підприємстві слід розробити механізм, який враховуватиме всі специфіки технологічного процесу на підприємствах агропродовольчої сфери, при цьому враховуючи економічний, соціальний, екологічний та безпековий аспекти розвитку (рис. 7).

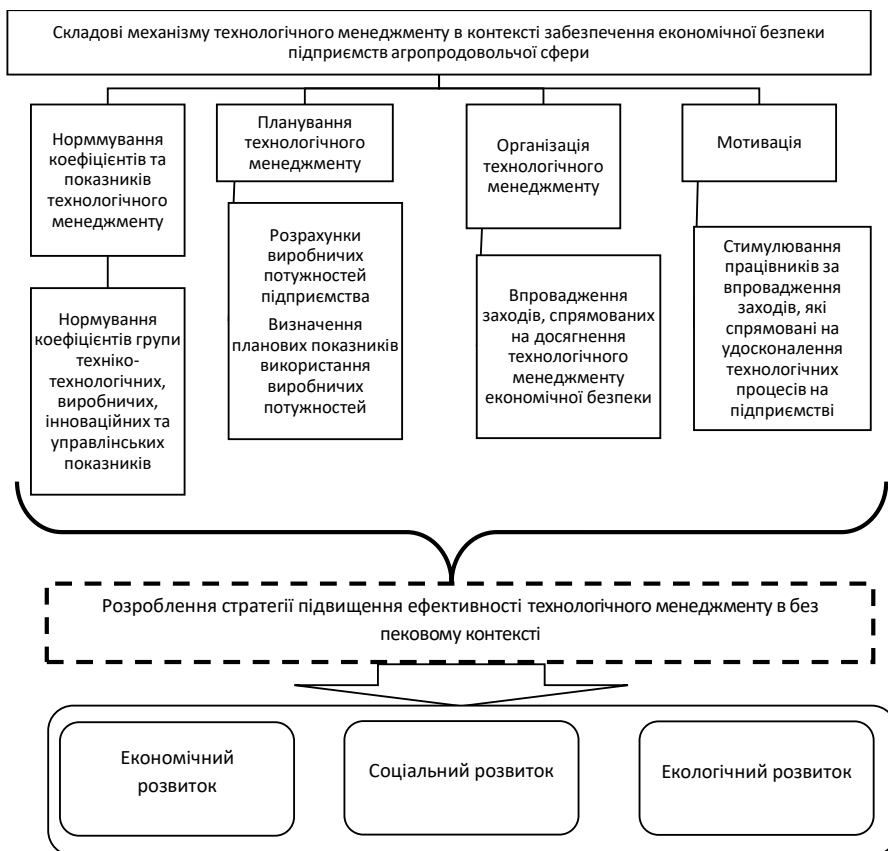


Рис. 7. Механізм технологічного менеджменту підприємств агропродовольчої сфери в безпековому контексті, побудовано авторами

Ключовим етапом роботи, яку має проводити підприємство та його менеджмент для покращення використання виробничої потужності, є планування. У процесі планування необхідно здійснити низку заходів, зокрема: провести початкові розрахунки виробничих потужностей цехів та підприємства загалом на основі проекту плану виробництва на майбутній період (поточний плановий рік); виявити на основі початкових розрахунків резерви потужностей підприємства, як комплектні, так і некомплектні, і розробити рішення щодо їх використання в наступному плановому періоді;

внести корективи в початковий розрахунок виробничої потужності підприємства, щоб отримати остаточний варіант цього розрахунку, який буде передбачати формування комплектних резервів з некомплектних резервів на майбутній період та мобілізацію цих резервів; розрахувати плановий рівень основних показників ефективності використання виробничої потужності підприємства на майбутній період [3; 10-11].

З урахуванням отриманих результатів прогнозування інтегральних показників розвитку технологічного менеджменту підприємств агропродовольчої сфери та оцінки впливу факторів на розвиток управління, необхідно розробити стратегії технологічного менеджменту для підприємств агропродовольчої сфери з урахуванням вимог економічної безпеки.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Прогнозування показників технологічного менеджменту на 2023-2024 роки здійснено для Полтавської, Сумської та Київської областей. Згідно з отриманими результатами, у 2024 році Полтавська область може випередити Київську за загальною інтегральною оцінкою технологічного менеджменту, оскільки очікуване зростання цього показника перевищує аналогічний приріст для Київської області. Водночас Сумська область, найімовірніше, не зможе обігнати Полтавську та Київську, оскільки її прогнознi значення залишаються нижчими за відповідні показники інших регіонів. Найвищі інтегральні оцінки техніко-технологічної та інноваційної складових технологічного менеджменту спостерігаються в Полтавській області. Зокрема, нижня межа прогнозного інтервалу для інноваційної складової тут перевищує верхні межі аналогічних інтервалів для інших областей. Водночас за рівнем управлінської складової Київська область зберігає лідерство: її нижня межа прогнозного інтервалу перевищує верхню межу Полтавської області, а Полтавська, у свою чергу, випереджає Сумську. Це свідчить про те, що у 2023-2024 роках Київська область утримуватиме перевагу за управлінськими показниками, а Полтавська – залишатиметься попереду Сумської. Для отримання максимально точних прогнозів у ретроспективному періоді використано адаптивну модель Брауна. Водночас підвищення ефективності використання основних засобів не супроводжується зростанням продуктивності праці та покращенням ділової активності. Показники маркетингового ефекту тісно пов'язані з соціальними та екологічними факторами, які, у свою чергу, мають значну кореляцію між собою. Найсильніший зв'язок із інтегральною оцінкою технологічного менеджменту мають такі показники: якість упроваджених технологій, рівень освіти, оновлення знань, зростання частки потенційних клієнтів, забезпеченість підприємств об'єктами інтелектуальної власності, задоволеність науково-технічним розвитком, частота впровадження інновацій, оборотність активів і рівень кваліфікації працівників. Ці фактори визначають ключові заходи, необхідні для покращення технологічного менеджменту на українських підприємствах. Ефективна реалізація технологічного менеджменту вимагає створення механізму, який враховуватиме всі особливості виробничих процесів у підприємствах агропродовольчої сфери, з урахуванням економічного, соціального, екологічного та безпекового аспектів. У цьому контексті розроблено механізм

технологічного менеджменту підприємств агропродовольчої сфери з урахуванням безпекових викликів.

1. Вовк М. О. Еко-інновації у виробництві сільськогосподарської продукції як стратегія забезпечення сталого розвитку в умовах глобалізації. «Механізм управління формування стратегій випереджаючого інноваційного розвитку промислових підприємств»: колективна монографія; за ред. Н.С. Ілляшенко. Суми: Триторія, 2020. С. 362-372.

2. Вовк М. О. Технічний рівень виробництва як складова технологічного менеджменту підприємств агропродовольчої сфери. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. «Економічний розвиток: теорія, методологія, управління». Nemoros s.r.o. Prague, 2021. С. 286-288.

3. Петрович Й. М. Механізм управління використанням виробничих потужностей машинобудівних підприємств. Вісник Хмельницького національного університету. 2009. № 4, Т. 1. С. 13-15.

4. Політило М. П. Методика інтеграційного оцінювання управлінських рішень в системі управління інноваційним розвитком суб'єктів кооперування. Ефективна економіка. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1778>

5. Присяжнюк П. В. Механізм управління: сутність, види та складові. Ефективна економіка. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/12_2019/152.pdf

6. Сільське господарство України: статистичний збірник. Державна служба статистики. URL: <https://ukrstat.gov.ua>

7. Brockova K., Rossokha V., Chaban V., Zos-Kior M., Hnatenko I., Rubezhanska V. Economic mechanism of optimizing the innovation investment program of the development of agro-industrial production. Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development. 2021. Vol. 43. No. 1. pp. 129 -135.

8. Markina I., Lopushynska O. Methods of assessing the management efficiency of the agricultural enterprise resource-saving development. Modern Science – Moderi veda. 2021. pp. 12–19.

9. Mayovets Y., Vdovenko N., Shevchuk H., Zos-Kior M., Hnatenko I. Simulation modeling of the financial risk of bankruptcy of agricultural enterprises in the context of COVID-19. Journal of Hygienic Engineering and Design. 2021. Vol. 36. pp. 192-198.

10. Ovcharenko I., Khodakivska O., Sukhomlyn L., Shevchenko O., Lemeshenko I., Martynov A., Zos-Kior M., Hnatenko I., Michkivskyy S., Bilyavska L. Spatial organization management: modeling the functioning of eco-clusters in the context of globalization. Journal of Hygienic Engineering and Design. 2022. Vol. 40. pp. 351–356.

11. Stolyarov V., P6sztorov6 J., Zos-Kior M., Hnatenko I., Petchenko M. Optimization of material and technical supply management of industrial enterprises. Naukovi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. 2022. Vol. 3(189). pp. 163-167.

12. Zhyvko Z., Nikolashyn A., Semenets I., Karpenko Y., Zos-Kior M., Hnatenko I., Klymenchukova N., Krakhmalova N. Secure aspects of digitalization in management accounting and finances of the subject of the national economy in the context of globalization. Journal of Hygienic Engineering and Design. 2022. Vol. 39. pp. 259-269.

1. Vovk M. O. Eko-innovatsii u vyrobnytstvi silskohospodarskoi produktsii yak stratehiia zabezpechennia staloho rozvytku v umovakh hlobalizatsii. «Mekhanizm upravlinnia formuvannia stratehii vypередzhaiuchoho innovatsiinoho rozvytku promyslovykh pidpriemstv»: kolektyvna monohrafiia; za red. N.S. Illiashenko. Sumy: Trytoriia, 2020. S. 362-372.

2. Vovk M. O. Tekhnichniy riven vyrobnytstva yak skladova tekhnolohichnoho menedzhmentu pidpriemstv ahroprodovolchoi sfery. Materialy Mizhnarodnoi nauково-praktychnoi konferentsii. «Ekonomichniy rozvytok: teoriia, metodolohiia, upravlinnia». Nemoros s.r.o. Prague, 2021. S. 286-288.

3. Petrovych Y. M. Mekhanizm upravlinnia vykorystanniam vyrobnychkh potuzhnosti mashynobudivnykh pidpriemstv. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. 2009. № 4, Т. 1. S. 13-15.

4. Politylo M. P. Metodyka intehratsiinoho otsiniuvannia upravlinskykh rishen v systemi upravlinnia innovatsiinym rozvytkom subiektiv kooperuvannia. Efektyvna ekonomika. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1778>

5. Prysiazhniuk P. V. Mekhanizm upravlinnia: sutnist, vydy ta skladovi. Efektyvna ekonomika. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/12_2019/152.pdf

6. Silske gospodarstvo Ukrainy: statystychnyi zbirnyk. Derzhavna sluzhba statystryky. URL: <https://ukrstat.gov.ua>
7. Brockova K., Rossokha V., Chaban V., Zos-Kior M., Hnatenko I., Rubezhanska V. Economic mechanism of optimizing the innovation investment program of the development of agro-industrial production. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*. 2021. Vol. 43. No. 1. pp. 129 -135.
8. Markina I., Lopushynska O. Methods of assessing the management efficiency of the agricultural enterprise resource-saving development. *Modern Science – Moderi veda*. 2021. pp. 12–19.
9. Mayovets Y., Vdovenko N., Shevchuk H., Zos-Kior M., Hnatenko I. Simulation modeling of the financial risk of bankruptcy of agricultural enterprises in the context of COVID-19. *Journal of Hygienic Engineering and Design*. 2021. Vol. 36. pp. 192-198.
10. Ovcharenko I., Khodakivska O., Sukhomlyn L., Shevchenko O., Lemeshenko I., Martynov A., Zos-Kior M., Hnatenko I., Michkivskyy S., Bilyavska L. Spatial organization management: modeling the functioning of eco-clusters in the context of globalization. *Journal of Hygienic Engineering and Design*. 2022. Vol. 40. pp. 351–356.
11. Stolyarov V., P6sstorov6 J., Zos-Kior M., Hnatenko I., Petchenko M. Optimization of material and technical supply management of industrial enterprises. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2022. Vol. 3(189). pp. 163-167.
12. Zhyvko Z., Nikolashyn A., Semenets I., Karpenko Y., Zos-Kior M., Hnatenko I., Klymenchukova N., Krakhmalova N. Secure aspects of digitalization in management accounting and finances of the subject of the national economy in the context of globalization. *Journal of Hygienic Engineering and Design*. 2022. Vol. 39. pp. 259-269.