

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2026-83-29>

УДК 330.43:332.14

# ОЦІНКА ВПЛИВУ ЦИФРОВІЗАЦІЇ НА АСИМЕТРІЮ РОЗПОДІЛУ ДОХІДНОСТЕЙ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ

## ASSESSING THE IMPACT OF DIGITALIZATION ON THE ASYMMETRY OF RETURNS DISTRIBUTION IN AGRICULTURAL ENTERPRISES

**Шпирко Віктор Васильович**

кандидат економічних наук, доцент,  
доцент кафедри економічної кібернетики,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4955-2685>

**Лаврентьєв Максим Миколайович**

кандидат економічних наук,  
асистент кафедри економічної кібернетики,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2213-9471>

**Осипенко Антон Васильович**

студент,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2434-1561>

**Shpyrko Viktor, Lavrentiev Maksym, Osypenko Anton**  
Taras Shevchenko National University of Kyiv

Стаття присвячена дослідженню взаємозв'язку між рівнем цифровізації аграрних підприємств та асиметрією розподілу їхньої дохідності. Розкрито сутність цифровізації як чинника підвищення ефективності та прозорості бізнес-процесів. Визначено потенційні канали впливу цифрових технологій на фінансові результати компаній через зниження ризиків та підвищення прогнозованості прибутковості. Проаналізовано наявні підходи до оцінки рівня цифровізації компаній та методи розрахунку коефіцієнта асиметрії дохідності (SKEW). Запропоновано методологічну схему дослідження, яка передбачає побудову індексу цифровізації, вимірювання показників фінансової стійкості та подальше моделювання взаємозв'язку між ними. Емпіричні результати підтверджують статистично значущий негативний вплив цифровізації на лівосторонню асиметрію дохідностей, що знижує ймовірність різких негативних шоків. Отримані оцінки підтверджують стабілізуючу роль цифрової трансформації у фінансовій динаміці аграрних компаній.

**Ключові слова:** цифровізація, аграрні підприємства, асиметрія дохідностей, SKEW, індекс цифровізації.

The article is devoted to examining the relationship between the level of digitalization of agricultural enterprises and the asymmetry of their return distribution as one of the key characteristics of financial risk. Digitalization is considered a systemic factor that enhances the efficiency, transparency, and adaptability of business processes and thereby influences the stability of companies' financial performance. The main channels through which digital technologies affect firms' returns are identified, including the reduction of operational and informational risks, improvements in risk management, and increased predictability of profitability. The study reviews and systematizes existing approaches to assessing the level of company digitalization, as well as methods for calculating the return skewness coefficient (SKEW). To quantitatively evaluate the degree of digital transformation of agricultural enterprises, a methodology for constructing an integrated digitalization index (DigitalIndex) is proposed, which formally captures companies' progress in implementing digital solutions. Based on empirical data, average values of the DigitalIndex over the past five years are calculated for a sample of agricultural companies. To assess the impact of digitalization on firms' financial characteristics, panel data regression analysis is employed, allowing both temporal dynamics and inter-firm heterogeneity to be taken into account simultaneously. A fixed-effects panel regression model is estimated, ensuring correct identification of the impact of digital transformation on return asymmetry while controlling for other relevant



factors. The empirical results indicate a statistically significant negative effect of digitalization on left-skewed return asymmetry, implying a lower probability of sharp negative price shocks. The estimated effects support the hypothesis that digital transformation plays a stabilizing role in the financial dynamics of agricultural companies. Digitalization reduces information asymmetry, enhances the transparency of financial reporting, improves the effectiveness of risk management, and strengthens firms' ability to adapt to external shocks. Within the model, the digitalization index demonstrates the most robust and systematic impact, which allows it to be regarded not only as an analytical indicator but also as a strategic measure for assessing companies' long-term development prospects.

**Keywords:** digitalization, agricultural enterprises, return asymmetry, SKEW, digitalization index.

**Постановка проблеми.** Попри активне впровадження цифрових технологій в аграрному секторі, їхній вплив на характеристики дохідності акцій, зокрема на асиметрію розподілу дохідностей (SKEW), залишається недостатньо вивченим. На відміну від загальних показників волатильності чи середньої дохідності, SKEW дозволяє кількісно оцінити зміну структури ризику. У контексті цифровізації цей показник майже не аналізується, хоча саме він здатен виявити приховані ризики трансформаційних змін, які ігноруються у класичних підходах, що зосереджуються лише на ефективності та витратах.

Більшість наявних досліджень не приділяють достатньої уваги галузевій специфіці, зокрема особливостям аграрного сектору. У роботах, присвячених агропромисловим підприємствам, аналіз асиметрії дохідностей практично відсутній. Навіть коли цифрові трансформації і досліджуються, це здебільшого відбувається крізь призму капіталовкладень, інноваційної активності або змін у продуктивності, що не дозволяє повноцінно оцінити їхній вплив на структуру фінансових ризиків. У зв'язку з цим дане дослідження має на меті розробити нову, комплексну методологію оцінювання впливу цифровізації з урахуванням асиметрії дохідностей як ключового індикатора ризиковості. Такий підхід дозволяє не лише виявити приховані ефекти цифрової трансформації, а й отримати глибші емпіричні висновки, релевантні для секторальної політики, корпоративного управління та стратегій зниження фінансової нестабільності.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У сучасних дослідженнях корпоративних фінансів та фінансової економетрики асиметрія розподілу дохідностей розглядається як важлива характеристика ризику, що відображає ймовірність виникнення значних негативних відхилень фінансових результатів. У класичних роботах Kim, Li та Zhang [1] показано, що асиметрія дохідностей тісно пов'язана з інформаційною асиметрією, приховуванням негативної інформації та якістю корпоративного контролю, а показники NCSKEW і DUVOL

широко застосовуються для її емпіричної оцінки. Подальші дослідження підтверджують, що прозорість інформаційного середовища та доступність даних є ключовими чинниками формування асиметрії розподілу дохідностей підприємств. Окремий напрям наукових робіт присвячений впливу цифровізації на фінансові ризики підприємств. Зокрема, у працях Jiang, Du та Chen [2], а також Zhang et al. [3] доведено, що цифрова трансформація та впровадження аналітичних і цифрових управлінських рішень сприяють зниженню інформаційної асиметрії та ризику накопичення негативних шоків, що відображається у зменшенні асиметрії розподілу дохідностей. Водночас у більшості публікацій основна увага зосереджується на міжгалузевих вибірках або фінансовому секторі, тоді як аграрні підприємства з притаманними їм сезонними та операційними ризиками залишаються недостатньо дослідженими.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Незважаючи на значний масив наукових напрацювань, у літературі зберігаються низка невирішених аспектів. По-перше, асиметрія розподілу дохідностей переважно розглядається в контексті загального краш-ризиків або волатильності, а не як самостійна статистична характеристика з урахуванням цифрових чинників. По-друге, відсутній усталений підхід до кількісної оцінки впливу цифровізації на параметри розподілу дохідностей. Крім того, галузевий вимір, зокрема аграрний сектор, залишається недостатньо опрацьованим, що зумовлює необхідність емпіричного аналізу впливу цифровізації на асиметрію розподілу дохідностей аграрних підприємств.

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Метою даної роботи є кількісна оцінка впливу цифрової трансформації на асиметрію розподілу дохідностей акцій аграрних компаній. Завданням є сформулювати DigitalIndex та зібрати фінансові показники, зокрема SKEW, волатильність, дохідність (returns, RET) обраних компаній. Побудувати панельну регресійну модель для оцінки

впливу цифровізації на асиметрію дохідностей (SKEW).

**Виклад основного матеріалу дослідження.** У класичній фінансовій теорії основна увага приділяється моделюванню середніх дохідностей і волатильності, тоді як характеристики форми розподілу, зокрема асиметрія, тривалий час залишались на периферії уваги. Проте в умовах ринкової турбулентності, підвищення непередбачуваності фінансових потоків і зміни інвестиційної поведінки інтерес до показника skewness (SKEW) зростає.

Під дохідністю розуміють відсоткову зміну ціни фінансового активу за певний період часу. Класичні фінансові моделі, зокрема CAPM, модель Блека–Шоулза та Arbitrage Pricing Theory, тривалий час ґрунтувалися на припущенні нормального розподілу дохідностей [4-6], за якого більшість цінових змін концентрується навколо середнього значення, а ймовірність значних відхилень є низькою. Водночас численні емпіричні дослідження [7-10] доводять, що реальні фінансові ринки характеризуються систематичними відхиленнями від нормального розподілу, зокрема наявністю «довгих хвостів» та асиметрії розподілу дохідностей.

Коефіцієнт асиметрії (SKEW), що відповідає третьому моменту розподілу, є важливим індикатором небалансованого фінансового ризику. Негативна асиметрія свідчить про підвищену ймовірність раптових і значних цінових падінь навіть за стабільної середньої дохідності. У портфельному аналізі цей показник дозволяє точніше враховувати ризик, оскільки активи з однаковими середніми значеннями дохідності та волатильності можуть істотно відрізнятися за рівнем ризику залежно від знака й величини асиметрії.

У цьому контексті цифровізація розглядається як фактор, здатний структурно впливати на розподіл дохідностей компаній. На відміну від традиційного фокусу на зростанні продуктивності чи зниженні витрат, її вплив на форму розподілу фінансових результатів залишається малодослідженим. Через показник SKEW цифрова трансформація може проявлятися як інструмент зниження ризиків, зменшуючи «лівосторонню» асиметрію та ймовірність глибоких фінансових втрат [9]. Гіпотеза про потенційний вплив цифровізації на SKEW потребує емпіричної перевірки. Невелика кількість досліджень у цьому напрямі створює суттєву прогалину в розумінні механізмів, через які цифрові інвести-

ції можуть впливати на поведінку інвесторів, оцінку ризику та формування вартості акцій.

У рамках цього дослідження було сформовано базу даних, яка охоплює 25 агропромислових компаній у період з 2010 по 2023 рік (350 спостережень). Вибір часового інтервалу обґрунтовано як методологічними, так і емпіричними міркуваннями. 2010 рік відповідає початку фази розгортання цифрових ініціатив компаній та зростанню відкритості фінансової звітності, що уможливорює системний аналіз їх цифрової трансформації в динаміці. З іншого боку, 2023 рік обрано як кінцеву межу дослідження з огляду на наявність повного комплексу публічно доступної річної звітності, необхідної для достовірного розрахунку фінансових показників й оцінки цифровізації.

До вибірки були включені як українські, так і міжнародні агропромислові компанії. Основним критерієм включення підприємств до дослідження була їх чітка галузева приналежність до аграрного сектору, що підтверджується через структуру доходів, характер основної діяльності та профіль продукції. Вибір також ґрунтувався на таких вимогах: присутність на фондовому ринку (біржовий лістинг), що забезпечує доступ до історичних ринкових котировань і дохідностей акцій; фактична реалізація цифрових ініціатив, що дозволяє кількісно оцінити рівень цифрової трансформації за роками; географічне та інституційне розмаїття, що дозволяє охопити різні моделі цифровізації та управління в агробізнесі.

На основі річних звітів кожної компанії було вручну зібрано п'ять фінансових показників: Net Profit (чистий прибуток), Assets (активи), Equity (власний капітал), Liabilities (зобов'язання) та Total Dividends (загальна сума дивідендів) (таблиця 1).

За допомогою базових фінансових змінних було обчислено інтегральні коефіцієнти, а саме: базовий показник прибутковості активів ROA (return on assets) [11], ключовий індикатор фінансового ризику LEV (leverage) [12], показник ринкової ефективності RET (returns) [13], стандартне відхилення дохідностей акцій Sigma ( $\sigma$ ) [14], що дозволяють охарактеризувати результативність, структуру капіталу, оцінку з боку інвесторів та ризиковий профіль компаній (таблиця 2). Сукупно вони формують комплексне уявлення про фінансову стійкість і чутливість фірми до ринкових коливань, що є критично важливим у контексті цифрової трансформації.

Паралельно з цим було визначено ще один ключовий статистичний параметр –

Таблиця 1

## Фінансові показники John Deere (в млн. дол. США)

Рік	Net_Profit	Assets	Equity	Liabilities	Total Devidents
2010	1865,00	43186,00	6290,00	36896,00	370,00
2011	2817,00	48146,00	6815,00	41346,00	435,00
2012	3065,00	56193,00	6842,00	49351,00	525,00
2013	3537,00	59454,00	10266,00	49188,00	730,00
2014	3162,00	61267,00	9063,00	52204,00	834,00
2015	1943,00	57883,00	6743,00	51140,00	801,00
2016	1524,00	57918,00	6520,00	51398,00	756,00
2017	2159,00	65786,00	9557,00	56229,00	759,00
2018	2377,00	70108,00	10391,00	56909,00	808,00
2019	3253,00	73011,00	11378,00	57503,00	850,00
2020	2751,00	75091,00	12537,00	57686,00	1062,00
2021	5963,00	84114,00	14612,00	58468,00	1350,00
2022	7131,00	90030,00	15811,00	60700,00	1560,00
2023	8456,00	104087,00	17346,00	63000,00	1680,00

Джерело: сформовано авторами на основі річних звітів компанії John Deere

Таблиця 2

## Інтегральні показники та річний SKEW John Deere

Рік	ROA	LEV	RET	Sigma	SKEW
2010	0,0432	0,8544	0,8016	0,0195	0,1093
2011	0,0585	0,8588	0,8456	0,0214	0,0181
2012	0,0545	0,8782	0,8287	0,0139	-0,6743
2013	0,0595	0,8273	0,7936	0,0112	-0,3585
2014	0,0516	0,8521	0,7362	0,0093	0,4109
2015	0,0336	0,8835	0,5878	0,0145	-0,0159
2016	0,0263	0,8874	0,5039	0,0171	2,8005
2017	0,0328	0,8547	0,6485	0,0108	0,5288
2018	0,0339	0,8117	0,6601	0,0198	-0,1412
2019	0,0446	0,7876	0,7387	0,0164	-0,9197
2020	0,0366	0,7682	0,6140	0,0286	-0,2505
2021	0,0709	0,6951	0,7736	0,0188	0,5858
2022	0,0792	0,6742	0,7812	0,0222	-0,9896
2023	0,0812	0,6053	0,8013	0,0171	-0,0976

Джерело: розрахунки авторів на основі [15]

коефіцієнт асиметрії розподілу дохідностей (skewness). Його обчислено за скоригованою формулою моментного коефіцієнта Пірсона з урахуванням вибіркового зміщення, що особливо важливо при вибірках у річному розрізі.

$$SKEW_{adj} = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \cdot \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma} \right)^3$$

де  $n$  – розмір вибірки;  
 $x_i$  – окреме спостереження (дохідність);  
 $\bar{x}$  – вибіркове середнє;  
 $\sigma$  – стандартне відхилення.

До моделі включено дві бінарні змінні – DI\_Covid та DI\_War, які враховують вплив пандемії COVID-19 та повномасштабної війни як зовнішніх шоків. Їх використання дозволяє

контролювати подієві ефекти та підвищити точність оцінок основних факторів.

Таким чином, використані змінні покривають як внутрішній бухгалтерський вимір діяльності підприємства, так і зовнішній ринковий вимір його сприйняття. Компанії, що демонструють високі значення ROA при помірному LEV та стабільному низькому рівні Sigma й негативному SKEW, можуть вважатися фінансово стійкими та адаптивними до ринкових змін. Цифровізація, відповідно до гіпотези дослідження, має зменшувати значення Sigma, нейтралізувати асиметрію (наближення SKEW до нуля) і водночас підвищувати RET, що й було перевірено далі.

Для кількісної оцінки ступеня цифрової трансформації було застосовано методику побудови інтегрального індексу цифровізації (DigitalIndex). Як теоретичну основу розрахунку цього індексу було обрано підхід Digital Maturity Index [16]. Згідно з цим підходом, цифровізація трактується як багатоаспектний процес, що охоплює різні рівні функціону-

вання компанії: від застосування IT-рішень у внутрішніх процесах до цифрової взаємодії з ринком, клієнтами, постачальниками, а також цифрового управління персоналом, інноваційною діяльністю та даними. Виходячи з цієї парадигми, було сформовано деталізований чек-лист із 54 питань, які охоплюють ключові домени цифрової трансформації. Кожне питання виступає одиницею спостереження, яка оцінюється від 0 до 4 (таблиця 3) на основі публічної інформації компанії: річних звітів, презентацій для інвесторів.

Важливо, що така шкала дозволяє відобразити не лише факт наявності цифрових змін, а й ступінь їхньої глибини, зрілості та сталість. При цьому середній рівень у 2,0 вважається базовим порогом цифрової активності, а значення понад 3,0 свідчать про структурну інтеграцію цифрових рішень у стратегічну архітектуру компанії.

На основі оцінок за 54 пунктами для кожного року обчислювався індекс цифровізації як середнє значення (таблиця 4):

Таблиця 3

## Оцінки рівнів цифровізації підприємств за методикою DMI

Оцінка	Опис рівня цифровізації
0	Цифрова ініціатива відсутня, не згадується у звітах
1	Згадується частково або на рівні загальної декларації
2	Ініціатива реалізована фрагментарно
3	Реалізована системно, з прикладами
4	Інтегрована повністю в бізнес-модель, є регулярною практикою

*Джерело: сформовано авторами на основі [16]*

Таблиця 4

## Динаміка індексу цифровізації John Deere

Рік	Стан процесу цифровізації, ключові впровадження	DigitalIndex
2010	Відсутність цифрових ініціатив, класична техніка.	0,41
2011	Поява концепції MyJohnDeere, перші згадки про цифрові сервіси.	0,77
2012	Запуск MyJohnDeere, база даних машин.	1,12
2013	Дистанційний моніторинг техніки, внутрішні API.	1,38
2014	JDLink, хмарна інфраструктура, додатки.	1,86
2015	Створення єдиної цифрової платформи, агросервіси.	2,29
2016	Обробка великих даних, фокус на аналітику.	2,83
2017	Придбання Blue River Technology (AI, CV).	3,05
2018	AI-рішення в комерції, зростання підключених машин.	3,27
2019	IoT на всій техніці, платформи для фермерів.	3,41
2020	Аналітика даних, цифрова агроплатформа.	3,64
2021	Придбання Bear Flag Robotics, 440 тис. машин.	3,73
2022	Ініціатива Leap Ambitions: AI, автономія, IoT.	3,89
2023	650 тис. машин, 388 млн га під контролем.	3,98

*Джерело: розрахунки авторів на основі [16]*

$$DigitalIndex_{i,t} = \frac{1}{54} \sum_{j=1}^{54} D_{i,t,j}$$

де  $DigitalIndex_{i,t}$  – цифровий індекс для компанії  $i$  у році  $t$ ;

$D_{i,t,j}$  – оцінка за  $j$ -м критерієм цифровізації для компанії  $i$  у році  $t$ ;

$j = 1, 2, \dots, 54$  – кількість критеріїв цифровізації.

Було розраховано середні значення індексу цифровізації ( $DigitalIndex$ ) за останні п'ять років для кожної компанії (таблиця 5).

Таблиця 5  
Середній рівень цифровізації  
аграрних підприємств за 2010-2023 рр.

Компанія	DigitalIndex (середній за 2018-2023)
AGRANA	2,76
CF Industries	2,92
Calavo Growers	2,74
Fresh Del Monte	2,91
FrieslandCampina	2,94
IMC	2,87
Ingredion	2,64
Louis Dreyfus	2,61
Scotts Miracle-Gro	2,88
The Mosaic Company	2,83
ADM	3,26
Adecoagro	3,18
Astarta	3,34
KWS	3,22
Bunge	3,13
AGCO	3,64
Bayer	3,74
CNH	3,64
DuPont	3,61
John Deere	3,82
Kernel	3,48
Kubota	3,78
MHP	3,45
Valmont	3,72
Yara	3,58

Джерело: сформовано авторами на основі [16]

Такий підхід обґрунтований необхідністю врахування стратегічної послідовності цифрових трансформацій, які, на відміну від фінансових показників, не змінюються миттєво, а формуються поступово, через тривалі інвестиційні цикли, впровадження нових техноло-

гій і зміну організаційної культури. Середнє значення за п'ятирічний період забезпечує стабільну, репрезентативну оцінку рівня цифрової зрілості компанії. Це також дозволяє об'єктивніше порівнювати компанії між собою та виділяти сталі відмінності, які мають довгостроковий вплив на їх ризикову поведінку та фінансові характеристики.

З метою кількісної оцінки впливу цифрової трансформації на фінансові характеристики аграрних компаній було застосовано регресійний аналіз панельних даних. Перед побудовою моделі було проведено кореляційний аналіз усіх змінних, які потенційно можуть бути включені до регресійної структури. Візуалізація результатів подана у вигляді кореляційної матриці Пірсона [17] з кольоровим кодуванням (рис. 1): червоний колір відповідає позитивному кореляційному зв'язку, синій – негативному, а розмір кіл і насиченість кольору відображають абсолютну величину коефіцієнта. Додатково рівні статистичної значущості позначено символами: одна, дві або три зірочки, відповідно до  $p < 0,1$ ;  $p < 0,05$ ;  $p < 0,01$ .

Індекс цифровізації ( $DigitalIndex$ ) демонструє низку статистично значущих зв'язків із ключовими фінансовими характеристиками компаній. Спостерігається слабка позитивна кореляція між  $DigitalIndex$  та рентабельністю активів (ROA) ( $r=0,23$ ;  $p < 0,05$ ), що свідчить про потенційний позитивний ефект цифрових рішень на ефективність управління активами. Це узгоджується з припущенням про те, що цифровізація сприяє підвищенню операційної ефективності, скороченню витрат і покращенню управлінських процесів. Водночас  $DigitalIndex$  демонструє статистично значущу негативну кореляцію з асиметрією доходностей (SKEW) ( $r=-0,41$ ;  $p < 0,01$ ), що є ключовим результатом у контексті дослідження. Такий зв'язок можна інтерпретувати як свідчення зниження ризику виникнення екстремальних негативних відхилень прибутковості в умовах вищої цифрової зрілості компанії. Крім того,  $DigitalIndex$  позитивно корелює з індикаторами цифрового розвитку в умовах шоків –  $DI\_War$  ( $r=0,32$ ;  $p < 0,1$ ) та  $DI\_Covid$  ( $r=0,29$ ;  $p < 0,1$ ), що підтверджує тезу про прискорення цифрової трансформації у періоди нестабільності. Фінансовий леверидж (LEV) позитивно пов'язаний з волатильністю прибутковості (Sigma) ( $r=0,53$ ;  $p < 0,01$ ), що підтверджує припущення про підвищені ризики у компаній з великим борговим навантаженням. SKEW, у свою чергу, позитивно корелює

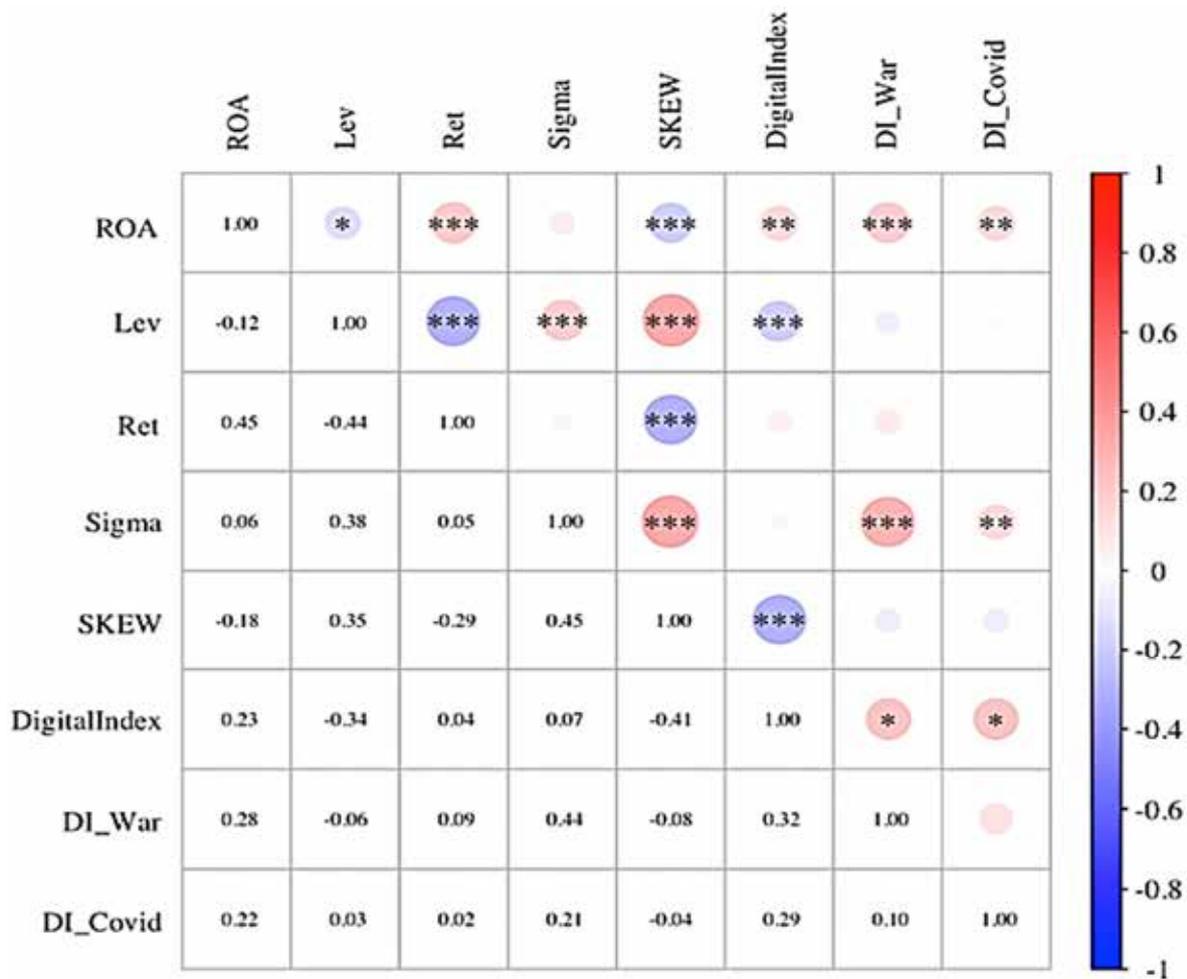


Рис. 1. Матриця парних коефіцієнтів кореляції Пірсона

Джерело: розрахунки авторів на основі [15; 18; 19]

з волатильністю ( $r=0,45$ ), а також негативно з дохідністю акцій (RET) ( $r=0,29$ ;  $p<0,01$ ), що свідчить про те, що більша асиметрія притаманна менш прибутковим компаніям із підвищеною нестабільністю. Загалом, жоден із парних коефіцієнтів кореляції не перевищує умовного порогу мультиколінеарності ( $|r|<0,7$ ), що дозволяє без ризику викривлення включати ці змінні до складу регресійної моделі. Таким чином, кореляційний аналіз підтверджує релевантність обраних змінних та надає первинні емпіричні ознаки впливу цифровізації на зниження асиметрії розподілу дохідностей.

На наступному етапі було побудовано панельну регресійну модель (таблиця 6) у формі фіксованих ефектів (Fixed Effects Model), яка дає змогу точно оцінити вплив ключових змінних у часі на цільові показники.

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 DI_{it} + \beta_2 ROA_{it} + \beta_3 LEV_{it} + \beta_4 RET_{it} + \beta_5 Sigma_{it} + \beta_6 DIW_{it} + \beta_7 DIC_{it} + \gamma_t + \varepsilon_{it}$$

- де  $Y_{it}$  – цільова змінна SKEW;
- $\alpha$  – вільний член регресії;
- $DI_{it}$  – інтегральний індекс цифровізації компанії, головна пояснювальна змінна;
- $ROA_{it}$  – рентабельність активів;
- $LEV_{it}$  – фінансовий левиредж, показник боргового навантаження;
- $RET_{it}$  – дохідність акцій;
- $Sigma_{it}$  – волатильність дохідностей, вимір стандартного відхилення;
- $DIW_{it}$  – індикатор цифровізації в умовах війни (DI\_War);
- $DIC_{it}$  – індикатор цифровізації під час COVID-19 (DI\_Covid);
- $\gamma_t$  – річні фіксовані ефекти, які враховують незмінні в часі загальні шоки;

$\varepsilon_{it}$  – похибка моделі, яка охоплює всі інші не враховані фактори  $Y_{it}$ .

Побудована модель фіксованих ефектів продемонструвала високу значущість та пояснювальну здатність. Особливо важливим для панельного аналізу є високий показник  $R^2_{within} = 0,7831$ , який вказує на те, що саме динаміка включених змінних ефективно захоплює зміну цільового показника протягом років. Це підтверджує, що побудована модель дає змогу точно ідентифікувати вплив цифровізації, ізолюючи його від ефектів інших контрольованих фінансових характеристик, що змінюються у динаміці. Показник  $R^2_{between} = 0,8574$  свідчить, що модель добре пояснює відмінності між компаніями.

Ключовим результатом моделі є статистично значущий і негативний коефіцієнт при змінній DigitalIndex (таблиця 6).

Отримане значення  $\beta = -0,2027$  при стандартній похибці 0,0215 і  $t$ -статистиці  $-9,42$  свідчить про сильний ефект цифровізації на зниження асиметрії дохідностей (SKEW), що підтверджується  $p$ -значенням 0,0054. Зі зростанням рівня цифровізації компаній на одну одиницю, показник асиметрії систематично зменшується приблизно на 0,2027, що є економічно суттєвим ефектом. Такий результат узгоджується з гіпотезою про те, що цифрова трансформація підвищує прозорість, ефективність управління ризиками та знижує враз-

ливість компаній до несиметричних ринкових шоків. Змінна Sigma, яка характеризує рівень волатильності дохідностей, має позитивний і статистично значущий вплив ( $\beta = 1,4273$ ;  $p < 0,0001$ ). Це свідчить про те, що за інших рівних умов зростання волатильності супроводжується збільшенням асиметрії – законний результат, оскільки високий рівень нестабільності цін, як правило, супроводжується більшими ризиками зміщеного розподілу. Змінна RET (дохідність акцій) також демонструє статистично значущий і негативний ефект ( $\beta = -0,2921$ ;  $p = 0,0018$ ), що вказує на те, що вищі середні дохідності пов'язані зі зниженням асиметрії. Ймовірно, це пов'язано з тим, що компанії зі стабільною дохідністю менш схильні до шоків, які викликають «ліво-сторонні хвости» у розподілах дохідностей. Незважаючи на невелику стандартну похибку, результат має високу  $t$ -статистику ( $-61,40$ ), що свідчить про високу точність оцінки. Фінансовий леверидж (LEV) виявився також статистично значущим предиктором ( $\beta = 0,3887$ ;  $p < 0,0001$ ), причому ефект є позитивним. Це означає, що компанії з вищим рівнем заборгованості демонструють вищу асиметрію дохідностей. Такий результат є економічно інтерпретованим, оскільки боргове навантаження підвищує ризик раптових негативних змін у фінансовому стані, що зумовлює відхилення розподілу вліво (від'ємна

Таблиця 6

## Результати панельної регресії

Показник		Значення			
R-squared (Overall)		0,8167			
R-squared (Within)		0,7831			
R-squared (Between)		0,8574			
F-statistic		30,67			
P-value (F-stat)		< 0,0001			
Log-likelihood		121,55			
Кількість спостережень		350			
Змінна	$\beta$	Std. Err.	t-value	P-value	95% HI
DigitalIndex	-0,2027	0,0215	-9,42	0,0054	[-0,2449; -0,1605]
Sigma	1,4273	0,4532	3,15	< 0,0001	[0,5350; 2,3196]
RET	-0,2921	0,0015	-61,40	0,0018	[-0,0950; -0,0892]
LEV	0,3887	0,0317	2,80	< 0,0001	[0,1264; 0,2510]
ROA	0,0798	0,0872	0,46	0,6440	[-0,1317; 0,2113]
DI_War	0,0332	0,0381	-0,87	0,3859	[0,0414; 0,1078]
DI_Covid	0,0251	0,0163	-1,54	0,1240	[0,0071; 0,0572]

Джерело: розрахунки авторів на основі [15; 18; 19]

асиметрія). Щодо змінної ROA (рентабельність активів), її коефіцієнт є позитивним, але статистично незначущим ( $\beta = 0,0798$ ;  $p = 0,6440$ ). Це означає, що в межах вибірки рентабельність компанії не має систематичного впливу на асиметрію дохідностей. Аналогічно бінарні змінні DI\_War та DI\_Covid відповідно, також не виявили статистичної значущості. Для DI\_War коефіцієнт становить 0,0332 ( $p = 0,3859$ ), а для DI\_Covid: 0,0251 ( $p = 0,1240$ ). Це свідчить, що ключовим фактором зниження асиметрії є не сам факт настання шокового періоду, а здатність компанії адаптуватися до нього через вищий рівень цифрової зрілості. Іншими словами, саме цифрова трансформація виступає інструментом зниження вразливості до екстремальних збитків у кризових умовах, сприяючи згладжуванню «лівохвостій» асиметрії розподілу.

**Висновки.** Отримані результати переконливо свідчать, що цифрова трансформація аграрних компаній має системний і статистично значущий вплив на асиметрію розподілу дохідностей (SKEW), а саме сприяє зменшенню «лівосторонньої» асиметрії, тобто знижує ймовірність різких падінь вартості акцій. Це означає, що компанії з вищим рівнем цифрової зрілості характеризуються більш передбачуваним і контрольованим ризиком, що позитивно сприймається інвесторами та зменшує потенціал раптових втрат. У дослідженні було використано розрахунковий авторами індекс цифровізації (DigitalIndex), валідність якого підтверджується його стабільною кореляцією з ключовими фінансовими показниками. Таким чином, модель емпірично підтверджує гіпотезу про те, що цифровізація виступає стабілізатором фінансової динаміки: вона мінімізує інформаційну асиметрію, підвищує прозорість звітності, покращує ефективність ризик-менеджменту та адаптивність компаній до зовнішніх шоків. Водночас вплив

на SKEW опосередковано відображається і на прибутковості акцій (RET) та динаміці їхньої ринкової вартості, що дозволяє розглядати DigitalIndex не лише як аналітичний, а й як стратегічний показник оцінки перспектив компаній.

Панельна регресія (fixed effects) – дозволила забезпечити глибоке розуміння впливу цифрової трансформації на фінансову поведінку аграрних підприємств. Результати панельної регресії підтверджують статистичну значущість змінної DigitalIndex ( $\beta = -0,2027$ ,  $p < 0,01$ ), що свідчить про її стабільний і негативний вплив на значення SKEW. Модель продемонструвала високу пояснювальну здатність ( $R^2_{overall} = 0,8167$ ), а значення F-статистики (30,67) з  $p\text{-value} < 0,0001$  підтверджує загальну значущість усієї моделі.

Перспективи подальших досліджень полягають у поглибленні аналізу механізмів впливу цифровізації на асиметрію розподілу дохідностей з урахуванням нелінійних ефектів і можливих порогових значень DigitalIndex, за яких стабілізуючий вплив цифрової трансформації може посилюватися або, навпаки, послаблюватися. З огляду на те, що в моделі вже враховано ключові зовнішні шоки у вигляді пандемії COVID-19 та воєнних подій, подальші дослідження доцільно спрямувати на детальніший динамічний аналіз їхнього впливу, зокрема з урахуванням лагових ефектів, тривалості та інтенсивності шоків, а також їхньої взаємодії з рівнем цифрової зрілості підприємств. Використання нелінійних і структурних панельних моделей, а також розширення емпіричної бази за рахунок міжгалузевого та міжкраїнного порівняння, дозволить перевірити універсальність отриманих результатів, глибше розкрити роль цифровізації як чинника адаптації до кризових впливів і підвищити прикладну значущість дослідження.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Kim J.-B., Li Y., Zhang L. (2011). CFOs versus CEOs: Equity incentives and crashes. *Journal of Financial Economics*, vol. 101, No. 3, pp. 713–730. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2011.03.013>.
2. Jiang K., Du X., Chen Z. (2022). Firms' digitalization and stock price crash risk. *Journal of Corporate Finance*, vol. 74, Article 102222. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2022.102222>.
3. Zhang J., Cui C., Zheng C., Taylor G. (2025). Artificial intelligence innovation and stock price crash risk. *Journal of Financial Research*, vol. 48, No. 1, pp. 1–29. URL: <https://doi.org/10.1111/jfir.12424>.
4. Sharpe W. F. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. *The Journal of Finance*, vol. 19, No. 3, pp. 425–442. URL: <https://www.jstor.org/stable/2977928>.
5. Black F., Scholes M. (1973). The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy*, vol. 81, No. 3, pp. 637–654. URL: <https://www.jstor.org/stable/1831029>.

6. Ross S. A. (1976). The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing. *Journal of Economic Theory*, vol. 13, No. 3, pp. 341–360. URL: <https://doi.org/10.1016/0022-0531>.
7. Amaya D., Christoffersen P., Jacobs K., Vasquez A. (2015). Does realized skewness predict the cross-section of equity returns? *Review of Financial Studies*, vol. 28, No. 11, pp. 3068–3115. URL: <https://academic.oup.com/rfs/article/>.
8. Cont R. (2001). Empirical properties of asset returns: stylized facts and statistical issues. *Quantitative Finance*, vol. 1, No. 2, pp. 223–236. URL: <https://doi.org/10.1080/713665670>.
9. Peiró A. (1999). Skewness in financial returns. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, vol. 269, Issues 1–2, pp. 79–85. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378426698001198>.
10. Neely C. J., Weller P. A., Ulrich J. M. (2009). The adaptive markets hypothesis: Evidence from the foreign exchange market. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol. 44, No. 2, pp. 467–488. URL: <https://doi.org/10.1017>.
11. Return on Assets (ROA). Ratio and Profitability. URL: <https://www.investopedia.com/terms/r/returnonassets.asp>.
12. Leverage Ratio: What It Is, What It Tells You, and How to Calculate. Investopedia. URL: <https://www.investopedia.com/terms/l/lev>.
13. Annual Return. Investopedia. URL: <https://www.investopedia.com/terms/a/annual-return.asp>.
14. How Is Standard Deviation Used to Determine Risk? Investopedia. URL: <https://www.investopedia.com/ask/answers/021915/how-standard-deviation-used-determine-risk.asp>.
15. Investing.com. Global financial markets data and analysis. URL: <https://www.investing.com/>.
16. Cotton Research and Development Corporation. Digital Maturity Index and Assessment Tool, Narrabri, NSW: CRDC, 2019, 16 p. URL: <https://www.crdc.com.au/sites/default/files/Digital%20Maturity%20%20index%20and.pdf>.
17. Guru99. Кореляція в R: кореляційна матриця Пірсона та Спірмена. URL: <https://www.guru99.com/uk/r-pearson-spearman-correl>.
18. Bloomberg. Real-time data, news and analytics for financial markets. URL: <https://www.bloomberg.com/markets>.
19. Yahoo Finance. Financial news, data & portfolio tools. URL: <https://finance.yahoo.com/>.

#### REFERENCES:

1. Kim J.-B., Li Y., Zhang L. (2011). CFOs versus CEOs: Equity incentives and crashes. *Journal of Financial Economics*, vol. 101, No. 3, pp. 713–730. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2011.03.013>.
2. Jiang K., Du X., Chen Z. (2022). Firms' digitalization and stock price crash risk. *Journal of Corporate Finance*, vol. 74, Article 102222. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2022.102222>.
3. Zhang J., Cui C., Zheng C., Taylor G. (2025). Artificial intelligence innovation and stock price crash risk. *Journal of Financial Research*, vol. 48, No. 1, pp. 1–29. Available at: <https://doi.org/10.1111/jfir.12424>.
4. Sharpe W. F. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. *The Journal of Finance*, vol. 19, No. 3, pp. 425–442. Available at: <https://www.jstor.org/stable/2977928>.
5. Black F., Scholes M. (1973). The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy*, vol. 81, No. 3, pp. 637–654. Available at: <https://www.jstor.org/stable/1831029>.
6. Ross S. A. (1976). The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing. *Journal of Economic Theory*, vol. 13, No. 3, pp. 341–360. Available at: <https://doi.org/10.1016/0022-0531>.
7. Amaya D., Christoffersen P., Jacobs K., Vasquez A. (2015). Does realized skewness predict the cross-section of equity returns? *Review of Financial Studies*, vol. 28, No. 11, pp. 3068–3115. Available at: <https://academic.oup.com/rfs/article/>.
8. Cont R. (2001). Empirical properties of asset returns: stylized facts and statistical issues. *Quantitative Finance*, vol. 1, No. 2, pp. 223–236. Available at: <https://doi.org/10.1080/713665670>.
9. Peiró A. (1999). Skewness in financial returns. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, vol. 269, Issues 1–2, pp. 79–85. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378426698001198>.
10. Neely C. J., Weller P. A., Ulrich J. M. (2009). The adaptive markets hypothesis: Evidence from the foreign exchange market. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol. 44, No. 2, pp. 467–488. Available at: <https://doi.org/10.1017>.
11. Return on Assets (ROA). Ratio and Profitability. Available at: <https://www.investopedia.com/terms/r/returnonassets.asp>.
12. Leverage Ratio: What It Is, What It Tells You, and How to Calculate. Investopedia. Available at: <https://www.investopedia.com/terms/l/lev>.

13. Annual Return. Investopedia. Available at: <https://www.investopedia.com/terms/a/annual-return.asp>.
14. How Is Standard Deviation Used to Determine Risk? Investopedia. Available at: <https://www.investopedia.com/ask/answers/021915/how-standard-deviation-used-determine-risk.asp>.
15. Investing.com. Global financial markets data and analysis. Available at: <https://www.investing.com/>.
16. Cotton Research and Development Corporation. Digital Maturity Index and Assessment Tool, Narrabri, NSW: CRDC, 2019, 16 p. Available at: <https://www.crdc.com.au/sites/default/files/Digital%20Maturity%20%20index%20and.pdf>.
17. Guru99. Koreliatsiia v R: koreliatsiina matrytsia Pirsona ta Spirmena [Correlation in R: Pearson and Spearman correlation matrix]. Available at: <https://www.guru99.com/uk/r-pearson-spearman-correl>.
18. Bloomberg. Real-time data, news and analytics for financial markets. Available at: <https://www.bloomberg.com/markets>.
19. Yahoo Finance. Financial news, data & portfolio tools. Available at: <https://finance.yahoo.com/>.

Дата надходження статті: 02.02.2026

Дата прийняття статті: 17.02.2026

Дата публікації статті: 26.02.2026