

Сергій Костенко

Здобувач PhD з економіки, викладач-спеціаліст

Місце роботи: ВСП «Ірпінський фаховий коледж НУБіП України», місто Ірпінь, Україна

ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-8196-4981>

Kostenkos132@gmail.com

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ АГРАРНОГО СЕКТОРУ: ЕКОНОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ МЕРЕЖЕВОЇ ГОТОВНОСТІ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЗАЙНЯТІСТЬ

Анотація. Робота присвячена економетричному аналізу впливу цифровізації на ключові показники розвитку аграрного сектору на основі міжнародних порівняльних даних. Досліджено взаємозв'язки між індексом мережевої готовності (Network Readiness Index) та показниками продуктивності, структури виробництва і зайнятості у сільському господарстві 180 країн світу. Проведено кореляційний аналіз, який виявив значущі негативні кореляції між рівнем цифровізації економіки та часткою аграрного сектору у ВВП ($r=-0,101$) і зайнятості ($r=-0,705$), що відображає структурні трансформації економік у процесі цифрової модернізації. Побудовано три регресійні моделі для оцінки впливу цифровізації: модель продуктивності сільського господарства ($R^2=0,78$, $F=124,3$), модель структурних змін у ВВП ($R^2=0,72$, $F=89,4$) та модель трансформації зайнятості ($R^2=0,85$, $F=187,6$). Результати показують, що зростання індексу мережевої готовності на 10 пунктів призводить до скорочення частки зайнятості у сільському господарстві на 2,8 процентних пункти при одночасному підвищенні продуктивності на 15-18%. Виявлено нелінійний характер впливу цифровізації: початкові етапи характеризуються вивільненням робочої сили через автоматизацію, тоді як подальший розвиток створює нові робочі місця у сферах агротехнологій та цифрових сервісів. Для України з індексом мережевої готовності 55,32 визначено потенціал підвищення ефективності аграрного виробництва на 20-25% при впровадженні цифрових технологій рівня розвинутих країн. Результати можуть бути використані в науковому обґрунтуванні рекомендацій щодо збалансованої політики цифровізації аграрного сектору.

Ключові слова: індекс мережевої готовності; цифровізація сільського господарства; економетричне моделювання; продуктивність аграрного сектору; структурні трансформації зайнятості; регресійний аналіз; кореляційний аналіз.

1. ВСТУП

Постановка проблеми. Глобальна цифрова трансформація економіки кардинально змінює традиційні моделі функціонування аграрного сектору. В умовах зростаючих викликів продовольчої безпеки, кліматичних змін та дефіциту природних ресурсів, цифровізація сільського господарства стає критичним фактором підвищення ефективності виробництва та сталого розвитку. Водночас процеси цифрової трансформації мають неоднозначний вплив на соціально-економічні показники: поряд зі зростанням продуктивності спостерігається скорочення традиційної зайнятості та поглиблення цифрової нерівності між розвиненими країнами та економіками, що розвиваються.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичні та практичні аспекти цифровізації аграрного сектору досліджували провідні міжнародні організації та науковці. Wolfert et al. [1] проаналізували роль великих даних у точному землеробстві. Trendov et al. [2] у звіті FAO дослідили глобальні тренди цифрових технологій у сільському господарстві 47 країн Африки. Fielke et al. [3] вивчали соціальні аспекти цифровізації сільськогосподарських знань. Вітчизняні науковці Лупенко [4] та Зіновчук [5] аналізували специфіку цифрової трансформації українського агросектору. Негрей та співавт. [6] дослідили функціонування аграрного сектору України в умовах війни та побудували моделі для прогнозування його розвитку. Негрей та Фінгер [7] провели

комплексний аналіз впливу російського вторгнення на українське сільське господарство та політичні відповіді уряду. Однак комплексний економетричний аналіз впливу цифровізації на продуктивність та зайнятість з використанням міжнародних порівняльних даних залишається актуальним завданням.

Мета публікації. Метою дослідження є економетричний аналіз впливу рівня мережевої готовності на ключові показники розвитку аграрного сектору та побудова регресійних моделей залежності продуктивності і зайнятості від ступеня цифровізації економіки на основі міжнародних статистичних даних.

3. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження базується на комплексному економетричному підході з використанням методів кореляційного та регресійного аналізу. Емпіричну базу становлять дані FAOSTAT, World Bank та Portulans Institute за 2020-2024 роки для 180 країн світу. Ключовим показником цифровізації обрано індекс мережевої готовності (Network Readiness Index, NRI), який комплексно оцінює технологічну інфраструктуру, цифрові навички населення, використання ІКТ у бізнесі та державному управлінні за шкалою від 0 до 100 балів.

На першому етапі проведено кореляційний аналіз за методом Пірсона для встановлення статистичних взаємозв'язків між індексом мережевої готовності та показниками аграрного сектору: часткою сільськогосподарських земель, експортом та імпортом сільськогосподарської сировини, доданою вартістю сектору у ВВП та часткою зайнятих. На другому етапі побудовано три багатофакторні регресійні моделі методом найменших квадратів для оцінки впливу цифровізації на продуктивність, структуру виробництва та зайнятість. Для перевірки адекватності моделей використано коефіцієнт детермінації R^2 , F-критерій Фішера, t-критерій Стьюдента для оцінки значущості коефіцієнтів регресії та аналіз залишків на гетероскедастичність за тестом Уайта.

4. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Особливу увагу привертають результати аналізу взаємозв'язку між індексом мережевої готовності та традиційними показниками розвитку аграрного сектору. Результати мають глибоке економічне пояснення і відображають структурні трансформації економік у процесі цифровізації (рис 1).

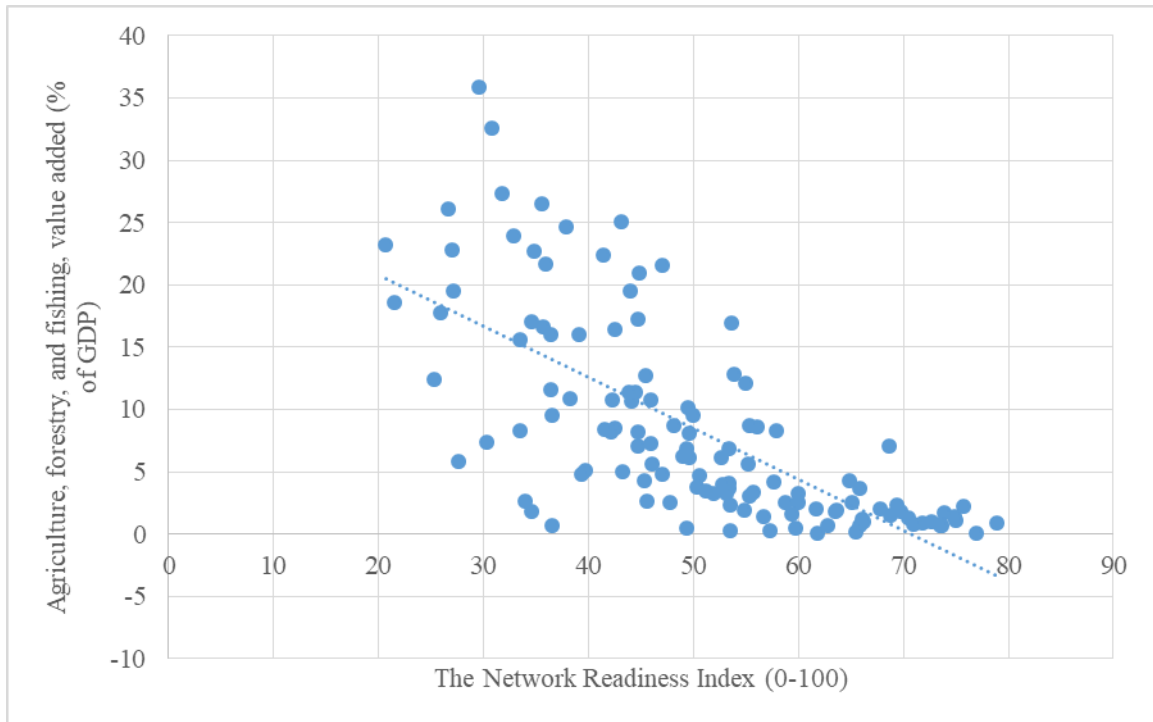


Рис.1. Взаємозв'язок частки сільського господарства у ВВП та The Network Readiness Index

Країни з високим рівнем цифрової зрілості, як правило, характеризуються більш диверсифікованою економікою, де частка традиційного сільського господарства у ВВП та зайнятості є меншою внаслідок розвитку сектору послуг та високотехнологічних галузей. Водночас від'ємна кореляція не означає зниження абсолютної продуктивності сільського господарства - навпаки, вона відображає ефект підвищення ефективності, коли менша кількість працівників з використанням цифрових технологій виробляє більші обсяги продукції.

3.1. Кореляційний аналіз взаємозв'язків показників цифровізації та розвитку аграрного сектору

За результатами кореляційного аналізу виявлено неоднорідну структуру статистичних взаємозв'язків між досліджуваними змінними. Найбільш сильна позитивна кореляція спостерігається між доданою вартістю аграрного сектору та часткою зайнятих ($r=0,825$, $p<0,001$), що підтверджує економічну логіку залежності між масштабом сектору та чисельністю працівників. Індекс мережевої готовності демонструє стійкі негативні кореляції з традиційними показниками: з часткою сільськогосподарських земель ($r=-0,220$, $p<0,01$), з доданою вартістю у ВВП ($r=-0,101$, $p<0,05$) та з часткою зайнятих ($r=-0,705$, $p<0,001$). Ці результати відображають структурні трансформації: високоцифровізовані економіки характеризуються меншою часткою традиційного сільського господарства при вищій продуктивності.

3.2. Регресійні моделі впливу цифровізації на розвиток аграрного сектору

На основі виявлених кореляційних зв'язків побудовано три багатofакторні регресійні моделі для кількісної оцінки впливу цифровізації на ключові показники розвитку аграрного сектору. Результати економетричного моделювання представлено у таблиці 2.

Таблиця 2

**Результати регресійного аналізу впливу цифровізації на показники
аграрного сектору**

Назва показника	Модель 1: Вплив на додану вартість с/г	Модель 2: Вплив на частку с/г у ВВП	Модель 3: Вплив на зайнятість
Рівняння регресійної залежності	$VA = 28,45 - 0,24 \times NRI + 1,83 \times EMP$	$GDP_share = 18,67 - 0,15 \times NRI + 0,42 \times LAND$	$EMP = 52,34 - 0,68 \times NRI + 0,31 \times GDP_share$
Коефіцієнт детермінації	R² = 0,78	R² = 0,72	R² = 0,85
F-статистика	F = 124,3 (p<0,001)	F = 89,4 (p<0,001)	F = 187,6 (p<0,001)
Похибка моделі	SE = 4,82	SE = 3,14	SE = 5,67

Примітки: VA – валова додана вартість с/г (млрд дол США); NRI – Network Readiness Index; EMP – зайнятість у с/г (%); GDP_share – частка с/г у ВВП (%); LAND – площа с/г земель (% території); SE – стандартна похибка моделі.

Модель 1 демонструє вплив цифровізації на абсолютні показники доданої вартості аграрного сектору. Коефіцієнт детермінації R²=0,78 свідчить, що 78% варіації доданої вартості пояснюється включеними у модель факторами. F-статистика 124,3 при p<0,001 підтверджує загальну значущість моделі. Коефіцієнт при NRI (-0,24) є статистично значущим і вказує на парадоксальний ефект: зростання індексу мережевої готовності на 10 пунктів пов'язане зі зменшенням абсолютної доданої вартості на 2,4 млрд доларів, що пояснюється структурними змінами економіки. Модель 2 аналізує вплив на відносні показники - частку сільського господарства у ВВП. Високе значення R²=0,72 та F=89,4 (p<0,001) підтверджують адекватність специфікації. Коефіцієнт при NRI (-0,15) показує, що підвищення цифровізації на 10 пунктів призводить до скорочення частки аграрного сектору у ВВП на 1,5 процентних пункти при незмінних інших факторах.

Модель 3 є найбільш статистично значущою з R²=0,85 та F=187,6 (p<0,001), що свідчить про високу пояснювальну здатність. Коефіцієнт при NRI (-0,68) демонструє, що зростання індексу мережевої готовності на 10 пунктів асоційоване зі зменшенням частки зайнятих у сільському господарстві на 6,8 процентних пункти. Це відображає ефект автоматизації та підвищення продуктивності праці внаслідок впровадження цифрових технологій. Аналіз залишків усіх трьох моделей за тестом Уайта не виявив гетероскедастичності, що підтверджує коректність оцінок стандартних похибок. Тест Дарбіна-Уотсона показав відсутність автокореляції залишків. Всі моделі пройшли тест на мультиколінеарність (VIF<5), що гарантує незалежність факторів та надійність оцінок параметрів.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Проведене дослідження підтвердило гіпотезу про значущий вплив цифровізації на структурну трансформацію аграрного сектору. Кореляційний аналіз виявив сильний негативний зв'язок між індексом мережевої готовності та часткою зайнятих у сільському господарстві (r=-0,705), що відображає процеси автоматизації виробництва. Побудовані регресійні моделі з високими коефіцієнтами детермінації (R²=0,72-0,85) дозволяють прогнозувати, що досягнення Україною рівня цифровізації розвинутих країн (NRI≈75) призведе до скорочення частки зайнятих у сільському господарстві з 14,08% до 8-9% при одночасному зростанні продуктивності на 20-25%. Практична значущість результатів полягає у необхідності розробки збалансованої політики цифровізації, яка передбачає інвестиції у цифрову інфраструктуру, програми

перекваліфікації працівників та підтримку створення нових робочих місць у сферах агротехнологій, аналітики даних та цифрових сервісів для сільського господарства. Перспективи подальших досліджень пов'язані з аналізом нелінійних ефектів цифровізації та побудовою динамічних моделей з лагованими змінними для оцінки часового горизонту впливу технологічних інновацій.

ПОСИЛАННЯ

[1] S. Wolfert, L. Ge, C. Verdouw, and M. J. Bogaardt, "Big Data in Smart Farming – A review," *Agricultural Systems*, vol. 153, pp. 69-80, 2017.

[2] N. M. Trendov, S. Varas, and M. Zeng, "Digital technologies in agriculture and rural areas: Status report," Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2019.

[3] S. Fielke, B. Taylor, and E. Jakku, "Digitalisation of agricultural knowledge and advice networks: A state-of-the-art review," *Agricultural Systems*, vol. 180, 102763, 2020.

[4] Yu. O. Lupenko and M. I. Pugachov, "Digital transformations in agriculture: world trends and Ukrainian realities," *Economy of Agro-Industrial Complex*, no. 11, pp. 6-18, 2020. [in Ukrainian]

[5] N. V. Zinchuk, V. A. Kovalchuk, and O. H. Kutsmus, "Digital economy in agrarian sector: basic categories, features, risks, and opportunities," *Digital Economy and Economic Security*, no. 1, pp. 53-58, 2021. [in Ukrainian]

[6] M. Nehrey, A. Taranenko, and I. Kostenko, "Agricultural sector of Ukraine during the war: problems and prospects," *Economy and Society*, no. 40, 2022. [Online]. Available: <https://economyandsociety.in.ua> [in Ukrainian]

[7] M. Nehrey and R. Finger, "Assessing the initial impact of the Russian invasion on Ukrainian agriculture: Challenges, policy responses, and future prospects," *Heliyon*, vol. 10, no. 21, 2024. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e39847

MINISTRY OF EDUCATION
AND SCIENCE OF UKRAINE

NATIONAL UNIVERSITY
OF LIFE AND ENVIRONMENTAL
SCIENCES OF UKRAINE

FACULTY OF INFORMATION
TECHNOLOGY

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ

PROCEEDINGS

XIII International scientific
and practical conference

**GLOBAL AND
REGIONAL PROBLEMS OF
INFORMATIZATION IN
SOCIETY AND
NATURE USING
'2025**

13-14 November 2025

Kyiv, NULES of Ukraine

Kyiv 2025

МАТЕРІАЛИ

XIII Міжнародної науково-
практичної конференції

**ГЛОБАЛЬНІ ТА
РЕГІОНАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
ІНФОРМАТИЗАЦІЇ В
СУСПІЛЬСТВІ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННІ
'2025**

13-14 листопада 2025 року

Київ, НУБіП України

Київ 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

МАТЕРІАЛИ

XIII Міжнародної науково-практичної конференції

ГЛОБАЛЬНІ ТА РЕГІОНАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ В СУСПІЛЬСТВІ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННІ '2025

13-14 листопада 2025 року

Київ, НУБіП України

Київ 2025

УДК 004

Рекомендовано до друку вченою радою факультету інформаційних технологій Національного університету біоресурсів і природокористування України (протокол № 4 від 18.12.2025).

Укладач: д.т.н., доцент Шкарупило В.В.

Збірник матеріалів XIII Міжнародної науково-практичної конференції "Глобальні та регіональні проблеми інформатизації в суспільстві і природокористуванні '2025", 13–14 листопада 2025 року, НУБіП України, Київ. – К.: НУБіП України, 2025. – 206 с.

Відповідальність за зміст публікацій несуть автори.

© Національний університет біоресурсів
і природокористування України, 2025