

УДК 338.43:004.9:004.056

DOI: <https://doi.org/10.37734/2409-6873-2026-1-6>

КРИТЕРІЇ ТА ОБМЕЖЕННЯ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ТА КІБЕРБЕЗПЕКИ АГРОБІЗНЕСУ В УМОВАХ ФІНАНСІАЛІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ

Р. А. МЕЛЬНИК

аспірант,

Державний біотехнологічний університет
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9714-8317>

Анотація. Метою дослідження є наукове обґрунтування та узагальнення системи критеріїв і обмежень моделювання цифрової трансформації та кібербезпеки агробізнесу в умовах посилення фінансіалізації, а також визначення їх ролі у забезпеченні стійкого та адаптивного розвитку аграрних підприємств у цифровому середовищі. **Методика дослідження.** Методологічну основу дослідження становлять системний і структурно-функціональний підходи, методи логічного узагальнення, формалізації, декомпозиції та аналітичного моделювання. У роботі застосовано комплексний підхід до ідентифікації технологічних, фінансових, інституційних, організаційних, екологічних і соціальних параметрів цифрової трансформації, а також обмежень, зумовлених бюджетними, часовими, нормативними, кадровими та ризиковими чинниками. **Результати.** Доведено, що ефективно управління цифровими процесами та кібербезпекою агробізнесу можливе лише за умови цілісного поєднання системи критеріїв із комплексом обмежень, які визначають реалістичність і адаптивність моделей цифрової трансформації. Обґрунтовано, що впровадження цифрових технологій і систем кіберзахисту потребує не тільки інвестиційної спроможності та нормативної відповідності, а й стабільної інформаційної інфраструктури, доступності інноваційних рішень і належного рівня цифрових компетентностей персоналу. Встановлено, що запропонований аналітичний каркас дозволяє прогнозувати ризики, узгоджувати управлінські рішення з умовами фінансіалізації та підвищувати цифрову й кіберстійкість аграрних підприємств. **Практична значущість результатів дослідження.** Практична цінність отриманих результатів полягає у можливості використання запропонованої моделі аграрними підприємствами та органами управління для вибору оптимальних траєкторій цифрової трансформації, оцінювання кіберризиків, підвищення рівня цифрової зрілості та забезпечення відповідності сучасним стандартам розвитку аграрного сектору в умовах фінансіалізації.

Ключові слова: цифрова трансформація, кібербезпека, агробізнес, фінансіалізація, цифрова зрілість, кіберстійкість, управлінські моделі, ризики.

Постановка проблеми в загальному вигляді та зв'язок із найважливішими науковими чи практичними завданнями. У сучасних умовах трансформації глобального економічного простору аграрний сектор дедалі більше залежить від цифрових технологій, що забезпечують підвищення продуктивності, зниження витрат, оптимізацію управлінських процесів і формування інноваційних моделей господарювання. Одночасно з цим зростає вразливість агробізнесу до кіберзагроз, оскільки інтеграція цифрових інструментів, платформ і аналітичних систем у виробничі та фінансові процеси розширює ризики, пов'язані з несанкціонованим доступом, порушенням цілісності даних і втручанням у критичну інфраструктуру. Динаміка цих змін посилюється впливом фінансіалізації економіки, яка змінює структуру капіталовкладень, підвищує роль фінансових ринків у забезпеченні інвестиційного потенціалу аграрних підприємств і водночас загострює ризики, пов'язані з волатильністю, спекулятивними операціями та зростаючим борговим навантаженням. За таких умов цифрова трансформація

агробізнесу перестає бути лише технологічним процесом і перетворюється на стратегічний елемент фінансово-економічної стійкості та конкурентоспроможності галузі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасній науковій літературі сформовано значний масив досліджень, присвячених цифровій трансформації агробізнесу та підвищенню його стійкості в умовах фінансіалізації й зростання кіберризиків. Зокрема, у працях Muluneh T. [1], Garske B., Bau A., Ekardt F. [2], Stanton J. [3], Ciruela-Lorenzo A., Del-Águila-Obra A., Padilla-Meléndez A., Plaza-Angulo J. [4], Vlachopoulou M., Ziakis C., Vergidis K., Madas M. [5], Ruttan V. [6], Ehlers M., Huber R., Finger R. [7], Anshari M., Almunawar M., Masri M., Hamdan M. [8], Liu X., Wang X., Yu W. [9] висвітлюються різні підходи до впровадження цифрових інновацій як інструментів підвищення ефективності управління аграрними підприємствами, оптимізації фінансових потоків і забезпечення кіберстійкості агросектору.

У зазначених дослідженнях акцент зроблено на формуванні цифрово орієнтованих бізнес-моде-

лей, розвитку інституційних механізмів державного регулювання та стимулювання інвестицій у цифрову й інформаційну інфраструктуру агробізнесу. Особлива увага приділяється інтеграції технологій Інтернету речей, блокчейну, великих даних і штучного інтелекту, які розглядаються не лише як інструменти підвищення продуктивності, а й як ключові елементи систем управління ризиками, прозорості фінансових операцій і кіберзахисту аграрних підприємств.

Формування цілей статті (постановка завдання). Метою статті є наукове обґрунтування та формалізація системи критеріїв і обмежень для побудови економіко-математичної моделі цифрової трансформації та кібербезпеки агробізнесу в умовах фінансіалізації економіки, а також визначення їх ролі у забезпеченні цифрової зрілості, кіберстійкості, фінансової спроможності та довгострокової конкурентоспроможності аграрних підприємств.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Побудова економіко-математичної моделі цифрової трансформації та кібербезпеки вимагає науково обґрунтованого виокремлення системи критеріїв, які відображають ключові напрями цифрового розвитку, і формування комплексу обмежень, що визначають реалістичний простір управлінських рішень. Критерії дають змогу структурувати вплив технологічних, фінансових, організаційних, інформаційно-безпекових, екологічних та соціальних чинників на цифрову еволюцію агробізнесу та забезпечити цілісність оцінювання стану цифрової зрілості, кіберстійкості, фінансової доступності рішень, нормативної відповідності та організаційної спроможності підприємств. Водночас система обмежень задає межі, зумовлені бюджетними, часовими, кадровими, регуляторними, технологічними та екологічними ресурсами, що формують рамки функціонування аграрних підприємств у реальних ринкових і макроекономічних умовах.

Необхідність виділення критеріїв і обмежень пояснюється тим, що цифрова трансформація є багаторівневим і взаємозалежним процесом, який не може бути формалізований без чіткого визначення параметрів, що підлягають оптимізації, та факторів, які зумовлюють допустимі траєкторії розвитку [1]. Критерії дозволяють описати бажаний стан аграрного підприємства як результат цифровізації та зміцнення кібербезпеки, тоді як обмеження забезпечують реалістичність моделі, враховуючи наявні фінансові ресурси, рівень технологічної доступності, кадровий потенціал і можливі ризики. Формування такої системи є концептуально важливим етапом побудови економіко-математичної моделі, оскільки воно створює цілісний аналітичний каркас, на основі якого

можуть бути визначені оптимальні управлінські рішення, спрямовані на посилення цифрової стійкості, мінімізацію кіберризиків і забезпечення ефективного функціонування агробізнесу в умовах зростаючого впливу фінансіалізації.

Таким чином, виділення критеріїв та обмежень виступає ключовою передумовою формалізації процесів цифрової трансформації й кібербезпеки, що дає змогу не лише об'єктивно оцінювати рівень розвитку цифрових систем, але й моделювати ефективні траєкторії їх удосконалення. Це забезпечує наукове підґрунтя для прийняття управлінських рішень, які відповідають стратегічним завданням сталого розвитку аграрного сектору, його інтеграції в цифрову економіку та зміцненню стійкості до ризиків, спричинених фінансіалізацією та кіберзагрозами.

Критерії формування економіко-математичної моделі цифрової трансформації та кібербезпеки агробізнесу в умовах фінансіалізації економіки впливають із системних закономірностей, викладених у досліджених файлах, і відображають взаємодію технологічних, фінансових, інформаційно-безпекових та організаційних складових розвитку аграрних підприємств [2]. У дослідженні цифрова трансформація розглядається як багаторівневий процес, що залежить від технологічної зрілості суб'єктів господарювання, доступності фінансових ресурсів, стійкості інформаційних систем та відповідності нормативним вимогам. Тому першим критерієм моделі доцільно визначити критерій технологічної зрілості, який відображає рівень автоматизації, ступінь інтеграції IoT, сенсорних мереж, аналітичних платформ, систем дистанційного управління та штучного інтелекту. Цей критерій має ключове значення, оскільки цифрові інструменти впливають на продуктивність агропідприємства, точність управлінських рішень, рівень прогнозованості результатів і швидкість адаптації до ринкових змін. Наступним логічно впливає критерій кіберстійкості, що характеризує захищеність даних, стабільність функціонування інформаційної інфраструктури, здатність систем протидіяти зламам, забезпечувати шифрування та багаторівневу автентифікацію. З огляду на зростання інтенсивності кібератак, описаних у файлах, цей критерій визначає рівень ризику для підприємства й опосередковано впливає на операційні витрати та доступ до ринків.

Критерій фінансової доступності відображає можливості агропідприємств фінансувати цифрові рішення та кіберзахист у контексті фінансіалізації, яка змінює структуру капіталу, динаміку інвестицій та роль фінансових інструментів у аграрному секторі [3]. Цей критерій є важливим, оскільки цифровізація потребує значних капіталовкладень, а підприємства різних масштабів мають нерівний доступ до фінансових ресурсів.

Логічним продовженням є критерій інституційної відповідності, що характеризує відповідність підприємства вимогам цифрової звітності, нормам кібербезпеки, стандартам ЄС та регуляторним документам, які визначають правила обігу даних і використання цифрових технологій. Він стає критичним у період інтеграції українського агробізнесу до європейського цифрового простору.

Важливим є і критерій організаційно-управлінської спроможності, який охоплює рівень цифрової компетентності персоналу, ефективність внутрішніх протоколів безпеки, наявність політик реагування на інциденти та здатність підприємства підтримувати інноваційні процеси. Функціонування цифрових систем потребує кваліфікованих кадрів та адаптивної управлінської структури, тому цей критерій забезпечує внутрішню стійкість підприємства. Враховуючи зростаюче значення екологічних і соціальних стандартів у діяльності європейських агропідприємств, модель потребує включення критерію екологічної сталості та критерію соціальної відповідальності. Перший відображає вплив цифрових технологій на раціональне використання природних ресурсів, зниження втрат, підвищення екологічної ефективності. Другий характеризує вплив цифровізації на умови праці, добробут зайнятих, прозорість взаємодії з партнерами і споживачами.

Сукупність визначених критеріїв потребує відповідного набору обмежень, які враховують специфіку зовнішнього і внутрішнього середовища агропідприємств [4]. Одним із ключових обмежень є бюджетне, що відображає реальний обсяг фінансових ресурсів, який підприємство може спрямувати на цифровізацію та кібербезпеку, особливо з огляду на те, що в Україні цей показник істотно нижчий, ніж у країнах ЄС. Обмеження доступності технологій визначається нерівномірністю цифрової інфраструктури, відмінностями у можливості впровадження IoT і штучного інтелекту на підприємствах різного розміру, а також швидкістю оновлення систем. Обмеження кадрової спроможності впливає з дефіциту фахівців з кібербезпеки та цифрових технологій, що ускладнює ефективне функціонування і захист цифрової інфраструктури.

Важливо також урахувати обмеження нормативної відповідності, яке впливає з необхідності дотримання вимог національного та міжнародного законодавства, зокрема стандартів захисту даних, вимог щодо цифрової звітності та регламентів безпеки. Обмеження кіберзагроз визначає ймовірність виникнення інцидентів, що можуть порушити роботу систем, спричинити втрати даних чи збої в управлінні виробництвом [5]. Нарешті, обмеження часової адаптації пов'язане з тим, що цифрова трансформація має інерційний характер, потребує часу для впро-

вадження технологій, навчання персоналу та відлагодження інформаційної інфраструктури. Логічний взаємозв'язок між критеріями та обмеженнями створює концептуальну основу майбутньої моделі, у якій цифрова зрілість, фінансова спроможність, кіберстійкість та інституційна відповідність виступають цільовими орієнтирами, а бюджетні, технологічні, кадрові та нормативні обмеження визначають допустимий простір для оптимізаційних рішень [9]. Це забезпечує можливість формалізувати взаємозалежності між ключовими параметрами цифрового розвитку агробізнесу і створити підґрунтя для побудови економіко-математичної моделі, узгодженої зі змістом дисертаційного дослідження.

Узагальнені результати систематизації критеріїв і формалізації відповідних обмежень, необхідних для побудови економіко-математичної моделі цифрової трансформації та кібербезпеки агробізнесу в умовах фінансiалiзацiї економiки, наведено у табл. 1 і табл. 2. У сучасних умовах трансформації глобального економічного простору аграрний сектор дедалі більше залежить від цифрових технологій, що забезпечують підвищення продуктивності, зниження витрат, оптимізацію управлінських процесів і формування інноваційних моделей господарювання.

Одночасно з цим зростає вразливість агробізнесу до кіберзагроз, оскільки інтеграція цифрових інструментів, платформ і аналітичних систем у виробничі та фінансові процеси розширює ризики, пов'язані з несанкціонованим доступом, порушенням цілісності даних і втручанням у критичну інфраструктуру [6]. Динаміка цих змін посилюється впливом фінансiалiзацiї економiки, яка змінює структуру капіталовкладень, підвищує роль фінансових ринків у забезпеченні інвестиційного потенціалу аграрних підприємств і водночас загострює ризики, пов'язані з волатильністю, спекулятивними операціями та зростаючим борговим навантаженням. За таких умов цифрова трансформація агробізнесу перестає бути лише технологічним процесом і перетворюється на стратегічний елемент фінансово-економічної стійкості та конкурентоспроможності галузі.

У цій ситуації побудова економіко-математичної моделі цифрової трансформації та кібербезпеки вимагає науково обґрунтованого виокремлення системи критеріїв, які відображають ключові напрями цифрового розвитку, і формування комплексу обмежень, що визначають реальістичний простір управлінських рішень. Критерії дають змогу структурувати вплив технологічних, фінансових, організаційних, інформаційно-безпекових, екологічних та соціальних чинників на цифрову еволюцію агробізнесу та забезпечити цілісність оцінювання стану цифрової зрілості, кіберстійкості, фінансової доступності рішень,

Таблиця 1

Критерії моделі

Позначення критерію	Назва критерію	Математичний запис	Пояснення змінних
K_{tech}	Критерій технологічної зрілості	$K_{tech} = \sum_{j=1} \dots m_{tech} w_{techj} \cdot z_{techj},$ $0 \leq K_{tech} \leq 1,$ $\sum_{j=1} \dots m_{tech} w_{techj} = 1$	z_{techj} – нормовані показники цифрових технологій; w_{techj} – ваги; m_{tech} – кількість
K_{cyb}	Критерій кіберстійкості	$K_{cyb} = \sum_{k=1} \dots m_{cyb} w_{cybk} \cdot z_{cybk},$ $0 \leq K_{cyb} \leq 1,$ $\sum_{k=1} \dots m_{cyb} w_{cybk} = 1$	z_{cybk} – показники кіберзахисту; w_{cybk} – ваги; m_{cyb} – кількість
K_{fin}	Критерій фінансової доступності	$K_{fin} = f_{fin}(I_{fin}, C_{cap}, R_{fin}),$ $0 \leq K_{fin} \leq 1$	I_{fin} – інвестиції; C_{cap} – вартість капіталу; R_{fin} – фінансові ризики
K_{inst}	Критерій інституційної відповідності	$K_{inst} = \sum_{p=1} \dots m_{inst} w_{instp} \cdot z_{instp},$ $0 \leq K_{inst} \leq 1, \sum_{p=1} \dots m_{inst} w_{instp} = 1$	z_{instp} – показники відповідності; w_{instp} – ваги; m_{inst} – кількість
K_{org}	Критерій організаційно-управлінської спроможності	$K_{org} = \sum q = 1 \dots m_{org} w_{orgq} \cdot z_{orgq},$ $0 \leq K_{org} \leq 1, \sum q = 1 \dots m_{org} w_{orgq} = 1$	z_{orgq} – компетентності; w_{orgq} – ваги; m_{org} – кількість
K_{ecol}	Критерій екологічної сталості	$K_{ecol} = f_{ecol}(E_{res}, E_{em}, E_{loss}),$ $0 \leq K_{ecol} \leq 1$	E_{res} – ефективність ресурсів; E_{em} – викиди; E_{loss} – втрати
K_{soc}	Критерій соціальної відповідальності	$K_{soc} = f_{soc}(S_{emp}, S_{cond}, S_{transp}),$ $0 \leq K_{soc} \leq 1$	S_{emp} – зайнятість; S_{cond} – умови праці; S_{transp} – прозорість
K_{int}	Інтегральний критерій	$K_{int} = \alpha_{tech} K_{tech} + \alpha_{cyb} K_{cyb} + \alpha_{fin} K_{fin} + \alpha_{inst} K_{inst} + \alpha_{org} K_{org} + \alpha_{ecol} K_{ecol} + \alpha_{soc} K_{soc},$ $\sum \alpha_i = 1$	α_i – вагові коефіцієнти інтегральної оцінки

Примітка: побудовано на основі джерел [1–9]

Таблиця 2

Обмеження моделі

Позначення обмеження	Тип обмеження	Математичний запис	Пояснення змінних
Blim	Бюджетне обмеження	$\sum_{i=1} \dots n C_i \cdot x_i \leq B_{max}$	C_i – витрати; x_i – рівень впровадження; B_{max} – бюджет; n – кількість рішень
Tlim	Часове обмеження	$T_{impl} \leq T_{max}$	T_{impl} – час реалізації; T_{max} – допустимий горизонт
Techlim	Обмеження доступності технологій	$z_{techj} \leq A_{techj}$	A_{techj} – максимально досяжний рівень технології
HRlim	Кадрове обмеження	$L_{cyb} \geq L_{min}$	L_{cyb} – кадрова спроможність; L_{min} – мінімум
Reglim	Регуляторне обмеження	$K_{inst} \geq K_{instmin}$	$K_{instmin}$ – нормативний мінімум
Riskcyblim	Обмеження кіберризиків	$R_{cyb} \leq R_{cybmax}$	R_{cyb} – кіберризик; R_{cybmax} – межа ризику
Finstrlim	Фінансова стійкість	$D_{eq} \leq D_{eqmax},$ $R_{fin} \leq R_{finmax}$	D_{eq} – леверидж; R_{fin} – ризики фінансiалiзацiї
Ecollim	Екологічне обмеження	$E_{em} \leq E_{emmax}$ $E_{loss} \leq E_{lossmax}$	E_{em} – викиди; E_{loss} – втрати у ланцюгу
Soclim	Соціальне обмеження	$S_{cond} \geq S_{condmin}$	S_{cond} – умови праці
Structlim	Узгодженість ваг	$\sum \alpha_i = 1,$ $\alpha_i \geq 0$	α_i – ваги критеріїв

Примітка: побудовано на основі джерел [1–9]

нормативної відповідності та організаційної спроможності підприємств [8]. Водночас система обмежень задає межі, зумовлені бюджетними, часовими, кадровими, регуляторними, технологічними та екологічними ресурсами, що формують рамки функціонування аграрних підприємств у реальних ринкових і макроекономічних умовах.

Необхідність виділення критеріїв і обмежень пояснюється тим, що цифрова трансформація є багаторівневим і взаємозалежним процесом, який не може бути формалізований без чіткого визначення параметрів, що підлягають оптимізації, та факторів, які зумовлюють допустимі траєкторії розвитку [7]. Критерії дозволяють описати бажаний стан аграрного підприємства як результат цифровізації та зміцнення кібербезпеки, тоді як обмеження забезпечують реалістичність моделі, враховуючи наявні фінансові ресурси, рівень технологічної доступності, кадровий потенціал і можливі ризики. Формування такої системи є концептуально важливим етапом побудови економіко-математичної моделі, оскільки воно створює цілісний аналітичний каркас, на основі якого можуть бути визначені оптимальні управлінські рішення, спрямовані на посилення цифрової стійкості, мінімізацію кіберризиків і забезпечення ефективного функціонування агробізнесу в умовах зростаючого впливу фінансіалізації.

Таким чином, виділення критеріїв та обмежень виступає ключовою передумовою формалізації процесів цифрової трансформації й кібербезпеки, що дає змогу не лише об'єктивно оцінювати рівень розвитку цифрових систем, але й моделювати ефективні траєкторії їх удосконалення. Це забезпечує наукове підґрунтя для прийняття управлінських рішень, які відповідають стратегічним завданням сталого розвитку аграрного сектору, його інтеграції в цифрову економіку та зміцненню стійкості до ризиків, спричинених фінансіалізацією та кіберзагрозами.

Висновки із зазначених проблем і перспективи подальших досліджень у поданому

напрямі. У результаті проведеного дослідження встановлено, що цифрова трансформація та забезпечення кібербезпеки агробізнесу в умовах фінансіалізації мають системний і багатовимірний характер та потребують формалізованого аналітичного підходу. Доведено, що побудова економіко-математичної моделі є неможливою без чіткого виокремлення критеріїв, які відображають ключові напрями цифрового розвитку, та відповідних обмежень, що формують реалістичний простір управлінських рішень.

Обґрунтовано доцільність використання критеріїв технологічної зрілості, кіберстійкості, фінансової доступності, інституційної відповідності, організаційно-управлінської спроможності, екологічної сталості та соціальної відповідальності, які у сукупності забезпечують комплексну оцінку стану цифрового розвитку аграрних підприємств. Запропонований інтегральний критерій дозволяє узагальнити вплив окремих складових та сформулювати цільові орієнтири цифрової трансформації.

Встановлено, що система обмежень, зокрема бюджетних, часових, технологічних, кадрових, нормативних, екологічних і ризикових, відіграє ключову роль у забезпеченні реалістичності моделі та врахуванні специфіки функціонування агробізнесу в умовах нестабільного макроекономічного середовища та зростаючих кіберзагроз. Узгодження критеріїв і обмежень створює цілісний аналітичний каркас, який дозволяє формалізувати взаємозалежності між цифровою зрілістю, фінансовою спроможністю та кіберстійкістю.

Отримані результати мають наукову та прикладну значущість, оскільки можуть бути використані як методологічна основа для подальшого економіко-математичного моделювання, розроблення сценаріїв цифрового розвитку аграрних підприємств, оцінювання ризиків і обґрунтування управлінських рішень, спрямованих на підвищення стійкості агробізнесу до викликів фінансіалізації та кіберзагроз.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Muluneh T. Conceptualizing Digital Agricultural Governance. *International Journal of Engineering Research and*. 2021. Vol.10, Is.1. P.403–410. DOI: <https://doi.org/10.17577/IJERTV10IS010175>
2. Garske B., Bau A., Ekardt F. (2021). Digitalization and AI in European Agriculture: A Strategy for Achieving Climate and Biodiversity Targets? *Sustainability*. Vol. 13. DOI: <https://doi.org/10.3390/SU13094652>
3. Stanton J. The role of agribusiness in development: replacing the diminished role of the government in raising rural incomes. *Journal of Agribusiness*. 2000. Vol. 18. P. 173–187. DOI: <https://doi.org/10.22004/AG.ECON.14662>
4. Ciruela-Lorenzo A., Del-Águila-Obra A., Padilla-Meléndez A., Plaza-Angulo J. (2020). Digitalization of Agri-Cooperatives in the Smart Agriculture Context. Proposal of a Digital Diagnosis Tool. *Sustainability*. 2020. Vol. 12 (4). P. 1325. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12041325>
5. Vlachopoulou M., Ziakis C., Vergidis K., Madas M. Analyzing Agri Food-Tech e-Business Models. *Sustainability*. 2021. Vol. 13. P. 5516. DOI: <https://doi.org/10.3390/SU13105516>
6. Ruttan V. Assistancetoexp and agricultural production. *World Development*. 1986. Vol. 14. P. 39–63. DOI: [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(86\)90095-1](https://doi.org/10.1016/0305-750X(86)90095-1)

7. Ehlers M., Huber R., Finger R. Agricultural policy in the era of digitalisation. *Food Policy*. 2021. Vol. 100. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FOODPOL.2020.102019>
8. Anshari M., Almunawar M., Masri M., Hamdan M. Digital Market place and Fin Tech to Support Agriculture Sustainability. *Energy Procedia*. 2019. Vol. 156. P. 234–238. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.EGYPRO.2018.11.134>
9. Liu X., Wang X., Yu W. (2023). Opportunity or Challenge? Research on the Influence of Digital Finance on Digital Transformation of Agribusiness. *Sustainability*. 2023. Vol.15 (2). DOI: <https://doi.org/10.3390/su15021072>

REFERENCES:

1. Muluneh, T. (2021). Conceptualizing Digital Agricultural Governance. *International Journal of Engineering Research and* Vol. 10, Is. 1. pp. 403–410. DOI: <https://doi.org/10.17577/IJERTV10IS010175>
2. Garske, B., Bau, A., & Ekaradt, F. (2021). Digitalization and AI in European Agriculture: A Strategy for Achieving Climate and Biodiversity Targets? *Sustainability*, Vol. 13. DOI: <https://doi.org/10.3390/SU13094652>
3. Stanton, J. (2000). The role of agribusiness in development: replacing the diminished role of the government in raising rural incomes. *Journal of Agribusiness*, Vol. 18, pp. 173–187. DOI: <https://doi.org/10.22004/AG.ECON.14662>
4. Ciruela-Lorenzo, A., Del-Aguila-Obra, A., Padilla-Meléndez, A., & Plaza-Angulo, J. (2020). Digitalization of Agri-Cooperatives in the Smart Agriculture Context. Proposal of a Digital Diagnosis Tool. *Sustainability*. Vol. 12 (4), pp. 1325. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12041325>
5. Vlachopoulou, M., Ziakis, C., Vergidis, K., & Madas, M. (2021). Analyzing Agri Food-Tech e-Business Models. *Sustainability*, Vol. 13. DOI: <https://doi.org/10.3390/SU13105516>
6. Ruttan, V. (1986). Assistance to export and agricultural production. *World Development*, Vol. 14, pp. 39–63. DOI: [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(86\)90095-1](https://doi.org/10.1016/0305-750X(86)90095-1)
7. Ehlers, M., Huber, R., & Finger, R. (2021). Agricultural policy in the era of digitalisation. *Food Policy*. Vol. 100. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FOODPOL.2020.102019>
8. Anshari, M., Almunawar, M., Masri, M., & Hamdan, M. (2019). Digital Market place and Fin Tech to Support Agriculture Sustainability. *Energy Procedia*. Vol. 156, pp. 234–238. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.EGYPRO.2018.11.134>
9. Liu, X., Wang, X., & Yu, W. (2023). Opportunity or Challenge? Research on the Influence of Digital Finance on Digital Transformation of Agribusiness. *Sustainability*. Vol.15 (2). DOI: <https://doi.org/10.3390/su15021072>.

Rostyslav Melnyk, State Biotechnology University. Criteria and constraints of the economic and mathematical model of digital transformation and cybersecurity of agribusiness under conditions of economic financialization.

Abstract. The purpose of the study is to provide a scientific substantiation and generalization of a system of criteria and constraints for modeling digital transformation and cybersecurity in agribusiness under conditions of intensified financialization, as well as to determine their role in ensuring sustainable and adaptive development of agricultural enterprises in the digital environment. **Research methodology.** The methodological framework of the study is based on systemic and structural–functional approaches, as well as methods of logical generalization, formalization, decomposition, and analytical modeling. A comprehensive approach is applied to identify technological, financial, institutional, organizational, environmental, and social parameters of digital transformation, along with constraints determined by budgetary, temporal, regulatory, human resource, and risk-related factors. **Results.** It is proved that effective management of digital processes and cybersecurity in agribusiness is possible only through an integrated combination of a system of criteria with a set of constraints that determine the realism and adaptability of digital transformation models. It is substantiated that the implementation of digital technologies and cybersecurity systems requires not only investment capacity and regulatory compliance, but also a stable information infrastructure, accessibility of innovative solutions, and an adequate level of digital competencies of personnel. It is established that the proposed analytical framework enables risk forecasting, alignment of managerial decisions with the conditions of financialization, and enhancement of digital and cyber resilience of agricultural enterprises. **Practical significance of the research results.** The practical value of the obtained results lies in the possibility of using the proposed model by agricultural enterprises and public authorities to select optimal trajectories of digital transformation, assess cybersecurity risks, increase the level of digital maturity, and ensure compliance with modern standards of agricultural sector development under financialization.

Keywords: digital transformation, cybersecurity, agribusiness, financialization, digital maturity, cyber resilience, management models, risks.

Стаття надійшла: 07.01.2026

Стаття прийнята: 21.01.2026

Стаття опублікована: 30.01.2026