

Research paper / Оригинальная статья
<https://doi.org/10.51176/1997-9967-2026-1-93-109>
 МРПТИ 06.71.07
 JEL: Q16, O32, O33



Digitalization of Agriculture: Bibliometric Analysis and Prospects for Future Research

Bagdaulet K. Naribek^a, Gulzhanar I. Abdikerimova^{a*}, Darikul A. Kulanova^a,
 Marzhan T. Kalmenova^b, Luiza P. Moldashbayeva^c

^aM.Auezov South Kazakhstan University, st. Tauke khan 5, Shymkent, Kazakhstan; ^bI.Zhansugurov Zhetysu University, st. Zhansugurov 187A, Taldykorgan, Kazakhstan; ^cL.N Gumilyov Eurasian National University, st. A.Zhumanov 10A, Astana, Kazakhstan

For citation: Naribek, B.K., Abdikerimova, G.A., Kalmenova, M.T. & Moldashbayeva, L.P. (2026). Digitalization of Agriculture: Bibliometric Analysis and Prospects for Future Research. *Economy: strategy and practice*, 21(1), 93-109. <https://doi.org/10.51176/1997-9967-2026-1-93-109>

ABSTRACT

Digitalization of agriculture is one of the key factors in the structural transformation of the agricultural sector in the context of global challenges to food security and sustainable development. The purpose of this study is a comprehensive systematization and in-depth analysis of scientific publications on the digitalization of agriculture for the period 2001-2024 based on data from the international bibliographic database Scopus using bibliometric methods. The research methods include bibliometric analysis of publications indexed in the Scopus database using the TITLE-ABS-KEY protocol and VOSviewer software. The initial data covers 1,326 scientific articles for the period 2001-2024. The results showed that until 2017, only 28 publications were registered in the database, whereas in 2018-2019 their number increased from 7 to 62 (almost 10 times), and in 2020-2024 it reached the range of 129-318 articles annually. The leading positions are occupied by Russia (400 publications, about 30%), India (118), China (113), Germany (107) and Italy (90). Kazakhstan is represented by 22 publications (approximately 2%), which indicates the formation of a national research direction. The cluster analysis identified four key thematic blocks: economic and institutional, data and IoT management, sustainable development and climate, and digital platforms for the agricultural industry. The results obtained confirm that the digitalization of the agricultural sector is evolving from a technological focus to a comprehensive economic and institutional transformation and forms the basis for further empirical research on the effectiveness of digital solutions in agriculture.

KEYWORDS: Digital Economy, Digitalization, Agricultural Strategy, Agriculture, Sustainable Development, Bibliometric Analysis, Clustering

CONFLICT OF INTEREST: the authors declare that there is no conflict of interest

FINANCIAL SUPPORT: the study was not sponsored (own resources)

Article history:

Received 14 December 2025
 Accepted 02 March 2026
 Published 30 March 2026

* **Corresponding author: Abdikerimova G.A.** – Cand. Sc. (Econ.), M. Auezov South Kazakhstan University, st. Tauke khan 5, Shymkent, Kazakhstan, email: abdikerimova71@mail.ru

Цифровизация сельского хозяйства: библиометрический анализ и перспективы будущих исследований

Нарибек Б.К.^а, Абдикеримова Г.И.^{а*}, Куланова Д.А.^а, Кальменова М.Т.^б,
Молдашбаева Л.П.^с

^аЮжно-Казахстанский университет имени М.Ауэзова, ул. Тауке хана 5, Шымкент, Казахстан; ^бЖетысуский университет им. И.Жансугурова, ул. Жансугурова 187А, Талдыкорган, Казахстан; ^сЕвразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. А. Жубанова 10А, Астана, Казахстан

Для цитирования: Нарибек Б.К., Абдикеримова Г.И., Куланова Д.А., Кальменова М.Т., Молдашбаева Л.П.(2026). Цифровизация сельского хозяйства: библиометрический анализ и перспективы будущих исследований. Экономика: стратегия и практика, 21(1), 93-109. <https://doi.org/10.51176/1997-9967-2026-1-93-109>

АННОТАЦИЯ

Цифровизация сельского хозяйства выступает одним из ключевых факторов структурной трансформации аграрного сектора в условиях глобальных вызовов продовольственной безопасности и устойчивого развития. Целью данного исследования является комплексная систематизация и углублённый анализ научных публикаций, посвящённых цифровизации сельского хозяйства, за период 2001–2024 гг. на основе данных международной библиографической базы Scopus с применением библиометрических методов. Методы исследования включают библиометрический анализ публикаций, индексированных в базе данных Scopus, с использованием протокола TITLE-ABS-KEY и программного обеспечения VOSviewer. Исходные данные охватывают 1 326 научных статей за период 2001–2024 гг. Результаты показали, что до 2017 г. в базе было зарегистрировано лишь 28 публикаций, тогда как в 2018–2019 гг. их число выросло с 7 до 62 (почти в 10 раз), а в 2020–2024 гг. достигло диапазона 129–318 статей ежегодно. Лидирующие позиции занимают Россия (400 публикаций, около 30%), Индия (118), Китай (113), Германия (107) и Италия (90). Казахстан представлен 22 публикациями (примерно 2%), что свидетельствует о формировании национального исследовательского направления. Кластерный анализ выявил четыре ключевых тематических блока: экономико-институциональный, данные и IoT-управление, устойчивое развитие и климат, цифровые платформы агроиндустрии. Полученные результаты подтверждают, что цифровизация аграрного сектора эволюционирует от технологического фокуса к комплексной экономико-институциональной трансформации и формирует основу для дальнейших эмпирических исследований эффективности цифровых решений в сельском хозяйстве.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Цифровая экономика, цифровизация, аграрная стратегия, сельское хозяйство, устойчивое развитие, библиометрический анализ, кластеризация

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

ФИНАНСИРОВАНИЕ: исследование не имело спонсорской поддержки (собственные ресурсы)

История статьи:

Получено 14 декабря 2025

Принято 02 марта 2026

Опубликовано 30 марта 2026

*Корреспондирующий автор: Абдикеримова Г.И. – к.э.н., Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, ул. Тауке хана 5, Шымкент, Казахстан, email: abdikerimova71@mail.ru

КІРІСПЕ

Ауыл шаруашылығын цифрландыру тақырыбы қазіргі әлемде өте өзекті болып қала береді. Ауыл шаруашылығы көптеген елдердің азық-түлік қауіпсіздігі мен тұрақты дамуын қамтамасыз етуде шешуші рөл атқарады. Алайда, климаттың өзгеруі, әлем халқының көбеюі және өнімділікті арттыру қажеттілігі сияқты заманауи сын-қатерлер ауылшаруашылық өндірісін басқарудың жаңа тәсілдерін қажет етеді. Цифрландыру ауыл шаруашылығының тиімділігі мен тұрақтылығын айтарлықтай жақсартатын бірқатар инновациялық шешімдерді ұсынады. Топырақ құрамы мен өсімдіктерді бақылау үшін датчиктер мен дрондарды пайдаланудан бастап, дақылдарды басқару процестерін оңтайландыру үшін жасанды интеллект жүйелерін енгізуге дейін цифрлық технологиялар фермерлердің өз шаруашылықтарын басқару тәсілдерін өзгертеді. Сонымен қатар, қала халқының өсуі және қол жетімді ауылшаруашылық жерлерінің азаюы жағдайында цифрландыру ауыл шаруашылығының тиімді және экологиялық тұрақты болуына көмектеседі, мысалы, тік егіншілікті енгізу немесе гидропониканы қолдану арқылы.

Ауыл шаруашылығын цифрландыру – агроөнеркәсіптік сектордағы құрылымдық трансформацияның негізгі драйверлерінің бірі. Ол үлкен деректер, IoT, жасанды интеллект және бұлттық есептеулер сияқты озық технологияларды аграрлық өндіріс үдерістеріне интеграциялауды білдіреді. Бұл технологиялар өнімділікті арттыруға, ресурстарды тиімді пайдалануға және агроөнеркәсіптік жүйелердің тұрақты дамуын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Дегенмен, цифрлық шешімдердің нақты экономикалық және институционалдық салдарлары ғылыми әдебиетте әлі де бірізді және жүйелі түрде талданбаған.

Соңғы жылдары цифрлық трансформацияны зерттеуде библиометриялық әдістер кеңінен қолданыла бастады. Бұл тәсіл ғылыми жарияланымдар динамикасын жүйелі бағалауға, тақырыптық құрылымдарды айқындауға және зерттеулердің эволюциясын картаға түсіруге мүмкіндік береді. Бұрынғы библиометриялық зерттеулер цифрлық ауыл шаруашылығы саласындағы жетекші журналдарды, елдерді және институттарды анықтағанымен, кілттік

сөздердің өзара байланысы мен тақырыптық кластерлердің құрылымын терең талдаумен жеткілікті деңгейде айналыспаған (Kumari et al., 2024; Xu et al., 2024). Нәтижесінде, саланың тұжырымдамалық шеңбері мен ғылыми шекаралары толық айқындалмай отыр.

Осы зерттеу дәл осы олқылықты толтыруды мақсат етеді. Оның басты ғылыми міндеті – цифрлық ауыл шаруашылығы саласындағы ғылыми ландшафтты жүйелеу, негізгі тақырыптық кластерлерді және олардың өзара байланысын анықтау, сондай-ақ зерттеулердің стратегиялық траекторияларын айқындау. Кеңейтілген библиометриялық әдіснама негізінде бұл жұмыс сандық ауыл шаруашылығы бойынша қалыптасқан ғылыми құрылымды картаға түсіріп, жоғары ықпалға ие жарияланымдарды, ғылыми ынтымақтастық желілерін және басым бағыттарды анықтайды.

Қазақстанда аграрлық секторды цифрландыру үдерісі қарқынды дамып келеді. Бұл жағдай ұлттық аграрлық саясатты қалыптастыру және даму стратегияларын әзірлеу үшін жаһандық ғылыми трендтерді терең түсінудің маңызын арттырады. Осы тұрғыдан алғанда, халықаралық зерттеулердің құрылымы мен бағытын талдау Қазақстан үшін институционалдық және инвестициялық шешімдерді негіздеудің аналитикалық құралы бола алады.

Ғылыми әдебиеттердің жыл сайын цифрлық ауыл шаруашылығына деген жаһандық қызығушылықтың тұрақты артып келе жатқанын көрсетеді (Abdullahi et al., 2023; Schmidt et al., 2024). Библиометриялық тәсіл ғылыми саланың зияткерлік құрылымын картаға түсіруге, білімнің қалыптасу траекторияларын айқындауға және негіз қалаушы еңбектерді анықтауға мүмкіндік береді. Осы әдістің көмегімен агроөнеркәсіптік кешенді цифрландыру саласындағы зерттеулердің экономикалық, технологиялық және институционалдық өлшемдерін кешенді түрде бағалауға болады.

Осылайша, мақала мынадай зерттеу сұрағына жауап беруге бағытталған: цифрлық ауыл шаруашылығы саласындағы ғылыми зерттеулер қандай тақырыптық құрылымда қалыптасқан және бұл құрылым аграрлық сектордың болашақ экономикалық және институционалдық дамуы туралы қандай стратегиялық қорытындылар жасауға мүмкіндік береді? Мақала

теориялық және библиографиялық аспектіге ие болғандықтан, қарастырылған материалдар болашақта ауыл шаруашылығын цифрландырудың практикалық және кеңес беру мәселелерін зерттеу үшін регрессиялық талдау жасауға көмектеседі. Бұл тәсіл алынған нәтижелерді тек сипаттаумен шектелмей, оларды саясатты әзірлеу мен стратегиялық шешімдер қабылдауға қолдануға негіз қалайды.

ӘДЕБИЕТТЕРГЕ ШОЛУ

Соңғы жылдары цифрлық ауыл шаруашылығы саласындағы ғылыми зерттеулер қарқынды түрде кеңеюде. Библиометриялық талдаулар бұл бағыттағы білім құрылымын жүйелеудің негізгі құралдарының біріне айналды. Мысалы, Chamorro-Padial et al. (2025) 2001–2023 жж. аралығындағы 252 жарияланым негізінде ауыл шаруашылығы деректерін пайдалануға қатысты зерттеулердің тақырыптық эволюциясын талдап, деректермен жұмыс істеудің негізгі бағыттарын айқындады. Bertoglio et al. (2021) сандық ауыл шаруашылығы бойынша кілттік сөздердің бірлесіп кездесуі (co-occurrence) негізінде осы саланың тұжырымдамалық құрылымын картаға түсірді. Sott et al. (2021) еңбектерінде цифрландыру стратегияларын өңірлік контекске бейімдеудің маңыздылығы көрсетілген. Бұл зерттеулер жаһандық технологиялық трендтерді ұлттық аграрлық жүйемен ұштастыру қажеттігін негіздейді (Abu et al., 2022). Алайда бұл еңбектер көбінесе жарияланымдардың жалпы құрылымын сипаттаумен шектеліп, тақырыптық кластерлердің өзара байланысын және олардың стратегиялық маңызын терең интерпретациялауға жеткілікті назар аудармайды.

Ғылыми әдебиетте цифрлық трансформацияның технологиялық өлшемі басым орын алады. Көптеген зерттеулер заттар интернетінің (IoT) ақылды ауыл шаруашылығын қалыптастырудағы шешуші рөлін көрсетеді (Schmidt et al., 2024). IoT нақты уақыт режимінде деректер жинауды қамтамасыз етіп, дәстүрлі аграрлық тәжірибелерді түбегейлі өзгертеді және операциялық тиімділікті арттырады. Big Data мен цифрлық платформалардың интеграциясы аграрлық секторды деректерге негізделген басқару моделіне көшірудің басты тетігі ретінде қарастырылады (Iaksch et al., 2021; Rolandi et al., 2021).

Бұл үдеріс тек технологиялық жаңғыртумен шектелмей, институционалдық реформалар мен тұрақты даму стратегияларымен ұштасуы тиіс (Wang et al., 2025). Maulana et al. (2024) және Paudel et al. (2024) библиометриялық шолулары AI, IoT және үлкен деректердің ауыл шаруашылығында парадигмалық өзгеріс тудырып жатқанын көрсетеді. Дегенмен, бұл зерттеулерде технологиялық трендтер басым сипатталып, олардың экономикалық және институционалдық салдарлары жүйелі түрде талданбайды.

Қазақстандық зерттеулер де цифрлық ауыл шаруашылығының аймақтық ерекшеліктерін ашуға бағытталған. Атап айтқанда, Sadenova et al. (2022) Шығыс Қазақстан облысындағы жаздық бидай өндірісі мысалында егін шаруашылығын цифрландырудың климатқа бейімделген (climate-optimized) модельдерін негіздеп, аграрлық өндірісті деректерге негізделген басқаруға көшірудің практикалық тетіктерін көрсетті. Toguzova et al. (2023) дәлме-дәл егіншілік элементтерін енгізу тәжірибесін талдай отырып, өңірлік деңгейде технологиялық инфрақұрылымның, кадрлық әлеуеттің және институционалдық қолдаудың жеткіліксіздігі цифрлық трансформацияның негізгі шектеуші факторларының бірі екенін айқындады. Сонымен қатар, халықаралық әдебиеттерде «smart agriculture», «IoT», «sensor», «model», «network» терминдерінің жиі қайталануы ауыл шаруашылығы проблемаларын технологиялық шешімдер арқылы еңсеруге бағытталған конвергенттік үрдісті айғақтайды (Ayaz & Ayaz, 2025).

Ауыл шаруашылығын цифрландыру тақырыбы зерттеушілердің, мемлекеттік органдардың, агробизнестің және жұртшылықтың назарын аудара отырып, қазіргі аграрлық сектордағы басты тақырыптардың біріне айналды. Мәселе бұрыннан өзекті болды, бірақ оның даму деңгейі белгілі бір аймақтың контексті мен даму деңгейіне байланысты өзгеріп отырады. Ауыл шаруашылығын ақпараттандыруды дамыту және әлеуметтік дамудың цифрлық моделін қалыптастыру мәселелерін зерттеудің теориялық және әдіснамалық негіздері Д.Белл, Э.Гидденс, Дж.Гэлбрейт, П.Друкер, М.Кастельс, Ф.Махлуп, Н.Негропonte, Д.Тапскотт, Э.Тоффлер және басқалар. М.Имашева, А.Ахметов, С.Абай, Т.Барановская, О.Кусякина, Е.Луценко,

В.Меденников, Н.Морозов, А.Немчинов, И.Романенко, Ю.Огневцев, И.Санду және басқалардың жұмыстары ауыл шаруашылығын ақпараттандыру және цифрландыру теориясы мен практикасын дамытуға және аграрлық өндіріс жүйесінде ақпараттық технологияларды пайдалануға арналған. Жалпы, ауыл шаруашылығын цифрландыру проблемасы озық технологиялар белсенді қолданылатын дамыған елдерде жоғары дәрежеде әзірленген. Сонымен қатар, дамушы елдерде осы салада өсу мен дамудың айтарлықтай әлеуеті бар, бұл халықаралық қауымдастықтың технологияларды тарту, оқыту және қолдау бойынша одан әрі күшжігерді қажет етеді.

Қазақстан бойынша жүргізілген салыстырмалы библиометриялық зерттеуде Web of Science дерекқоры негізінде халықаралық ынтымақтастық, қазақстандық жарияланымдар және болашақ зерттеу бағыттары талданды (Naribek et al., 2025). Алайда бұл жұмыс тек бір дерекқормен шектеліп, жаһандық ғылыми ландшафтты толық қамти алмады. Қарастырылып отырған ауқым осы тақырыпты зерттеудің толық көрінісін бермейді; сондықтан бұл мақала тренд жасушаларын ашуға бағытталған және осы әдістің арқасында қай тренд аз зерттелгенін, әсіресе Қазақстан үшін одан әрі зерттеуді қажет ететінін қарастыруға болады. Осылайша, қолданыстағы жұмыстар цифрлық ауыл шаруашылығының жеке аспектілерін ашады; олар әртүрлі тақырыптық салалардың өзара байланысын және олардың экономикалық және институционалдық маңыздылығын толық

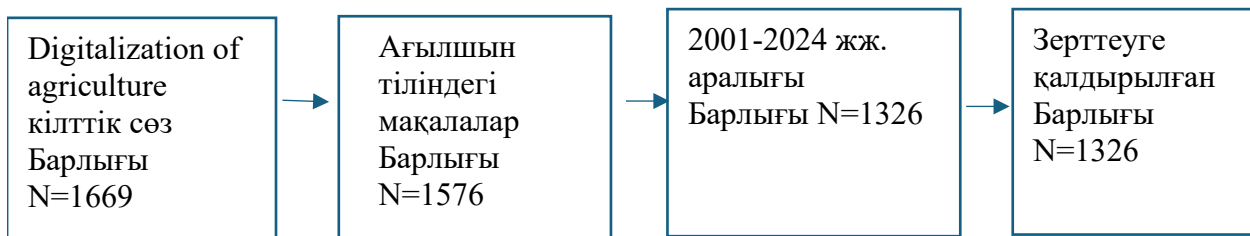
көрсететін кешенді библиометриялық картаны ұсынбайды.

Осы зерттеу дәл осы олқылықты толтыруға бағытталған: Scopus дерекқоры негізінде цифрлық ауыл шаруашылығы саласындағы ғылыми бағыттардың құрылымын, олардың эволюциясын және өзара байланысын жүйелі түрде талдап, алынған кластерлерді экономикалық және стратегиялық тұрғыдан интерпретациялайды. Бұл тәсіл технологиялық трендтерді сипаттаумен шектелмей, олардың агроөнеркәсіптік кешеннің дамуына ықпалын кешенді бағалауға мүмкіндік береді.

МАТЕРИАЛДАР МЕН ӘДІСТЕР

Зерттеудің теориялық-әдіснамалық және әдістемелік базасы ғалымдардың ауыл шаруашылығын ақпараттандыру және цифрландыру мәселелері және аграрлық өндірісті басқаруда ақпараттық және цифрлық технологияларды пайдалану, цифрлық экономика субъектілерінің өзара іс-қимылының жекелеген аспектілерін реттейтін заңнамалық және нормативтік актілер, бағдарламалық құжаттар, әртүрлі бизнес-процестерді цифрландыру және өзара іс-қимыл жүйесін жетілдіру мәселелері бойынша материалдар мен әзірлемелер негізінде қалыптасты цифрлық экономика субъектілері.

Зерттеу 2001–2024 жж. аралығында Scopus дерекқорында индекстелген жарияланымдар негізінде жүргізілді. Деректерді іріктеу үшін TITLE-ABS-KEY өрісі бойынша «digitalization of agriculture» кілттік тіркесі қолданылды. 1-суретте кілт сөздерді іріктеу көрсетілген.



Сурет 1. Scopus базасында кілт сөздерді іздеу стратегиясы
Figure 1. Keyword search strategy in the Scopus database

Іздеу нәтижесінде бастапқыда 1 669 құжат анықталды. Тек ағылшын тіліндегі ғылыми мақалаларды (articles) қалдыру арқылы 1 576 жазба іріктелді. 2025 ж. толық аяқталмағандықтан,

талдау 2001–2024 жж. шектеліп, соңғы үлгі 1 326 құжаттан тұрды. Деректер жылдар бойынша жарияланымдар динамикасын, елдер мен институттар арасындағы үлесті, авторлық желі-

лерді, қаржыландыру көздерін және кілттік сөздерді талдауға мүмкіндік берді.

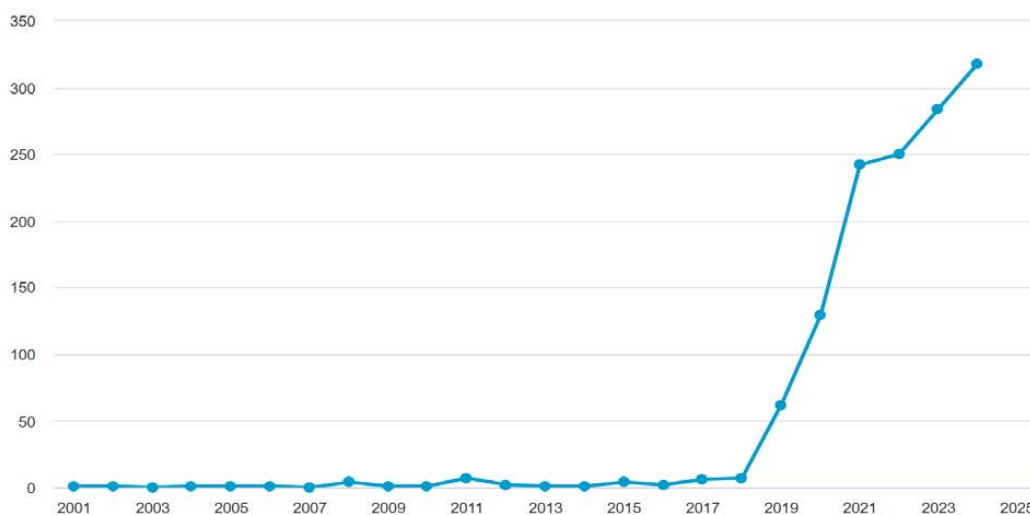
Библиометриялық желілерді құру және визуализациялау үшін VOSviewer бағдарламасы пайдаланылды. Талдауда кілттік сөздердің бірлесіп пайда болуы (co-occurrence), авторлық және институционалдық байланыстар (co-authorship) қарастырылды. Кілттік сөздер картасын құруда ең аз кездесу шегі (minimum occurrences) 5 ретінде белгіленді, ал нормализация үшін association strength әдісі қолданылды. Network, overlay және density визуализация түрлері пайдаланылып, тақырыптық кластерлердің құрылымы мен эволюциясы анықталды.

Материалдарды талдау барысында жарияланымдардың сипаттамалық көрсеткіштері – мақалалар саны, дәйексөздер, тең авторлық жұмыстар, елдер мен мекемелердің үлесі қарастырылды. Қазақстандық авторлардың үлесі және олардың халықаралық ғылыми ынтымақтастықтағы орны жеке талданды. Осы әдіснамалық тәсіл цифрлық ауыл шаруашылығы саласындағы ғылыми ландшафтты жүйелі картаға түсіруге, негізгі тақырыптық бағыттарды анықтауға және агроөнеркәсіптік кешенді цифрландырудың жаһандық әрі өңірлік үрдістерін салыстырмалы түрде бағалауға мүмкіндік береді.

НӘТИЖЕЛЕР МЕН ТАЛҚЫЛАУ

Бұл бөлімде библиометриялық нәтижелер сипаттаумен шектелмей, олардың құрылымдық және институционалдық себептері интерпретацияланады. Алынған деректер аграрлық сектордағы цифрлық трансформацияның ғылыми дискурста қалай қалыптасқанын және оның қандай факторлармен жеделдегенін талдауға мүмкіндік береді. Scopus дерекқорындағы мәліметтер 2001–2017 жж. аралығында цифрлық ауыл шаруашылығы бойынша жарияланымдар санының төмен болғанын көрсетеді (28 мақала). Бұл кезеңде цифрландыру аграрлық саясаттың басым бағыты ретінде айқындалмаған. 2017 ж. бастап жарияланымдар санының айтарлықтай өсуі дәл егіншілік, IoT және деректерге негізделген басқару жүйелерінің аграрлық практикаға енуімен сәйкес келеді, яғни ғылыми белсенділік нақты экономикалық сұраныспен өзара байланысты. Scopus дерекқорындағы ғылыми мақалалар санының жылдар бойынша динамикасы.

2 сурет Scopus дерекқорындағы ғылыми мақалалар санының жылдар бойынша динамикасын көрсетеді.



Сурет 2. Scopus дерекқорындағы ғылыми мақалалар санының жылдар бойынша динамикасы
Figure 2. Dynamics of the number of scientific articles in the Scopus database by years

Ауыл шаруашылығы азық-түлік қауіпсіздігі мен әлеуметтік-экономикалық дамудың тұрақтылығын қамтамасыз ететін әлемдік эконо-

миканың негізгі салаларының бірі болып табылады. Соңғы онжылдықтарда цифрландыру, заманауи ақпараттық және коммуникациялық

технологияларды енгізу ауыл шаруашылығы өндірісінің ажырамас бөлігіне айналды. Бұл процесс аграрлық сектордың жұмысын ұйымдастыру мен тиімділігіне елеулі өзгерістер әкелді. Бұл зерттеу цифрлық технологиялардың өндірістік процестерге, нарықтық бәсекеге қабілеттілікке және аграрлық Бизнесінің тұрақтылығына әсерін қоса алғанда, ауыл шаруашылығын цифрландырудың экономикалық даму көрсеткіштері мен факторларын талдауға бағытталған. Цифрлық трансформацияның өсіп келе жатқан рөлі контекстінде оның ауыл шаруашылығы секторын дамытуға әсер етуінің негізгі аспектілерін түсіну оңтайлы даму стратегияларын анықтау және тұрақты экономикалық өсуге қол жеткізу үшін барған сайын маңызды бола түсуде. Осылайша, ауыл шаруашылығын цифрландыру стратегияларын әзірлеу кезінде осы факторларды түсіну және ескеру осы саланың тұрақты экономикалық дамуына, ауыл тұрғындарының өнімділігін, бәсекеге қабілеттілігін және өмір сүру деңгейін арттыруға ықпал ете алады.

2018–2019 жж. жарияланымдар саны 7-ден 62-ге дейін өсті (10 есеге), ал 2020–2024 жж. 129–318 аралығына жетті (2,5 есеге) (сурет 2). Бұл динамика цифрлық ауыл шаруашылығының институционалдық деңгейде орнығып, агро-өнеркәсіптік кешенді жаңғыртудың жүйелік бағытына айналғанын көрсетеді. Зерттеулердің өсуі технологиялық прогрестен гөрі, аграрлық сектордағы құрылымдық өзгерістермен және басқару модельдерінің эволюциясымен байланысты.

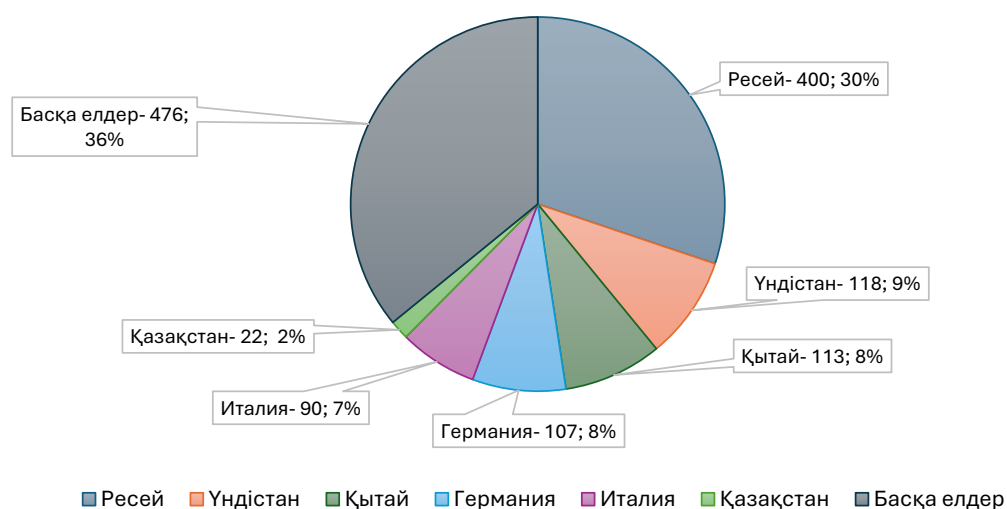
Елдер бойынша бөлініс ғылыми белсенділіктің институционалдық негізін айқындайды. Ресей Федерациясы 400 жарияланыммен жетекші орында (шамамен 30%), бұл агро-өнеркәсіптік кешенді цифрландыруға бағытталған мем-

лекеттік бағдарламалардың жүйелі іске асырылуымен байланысты. Үндістан (118) мен Қытай (113) агросекторды цифрландыруды ұлттық даму стратегияларының басым бағыты ретінде қарастырып, ауылдық аумақтардағы цифрлық инфрақұрылым мен фермерлік инновацияларды қолдауға бағытталған зерттеулерді кеңейтуде.

Германия (107) мен Италия (90) зерттеулері агротехнологиялық шешімдермен қатар деректерді басқару және институционалдық бейімделу мәселелеріне назар аударады. Бұл елдерде цифрландыру аграрлық сектордың экономикалық тиімділігі мен экологиялық орнықтылығын арттыру құралы ретінде қарастырылады.

Қазақстан бойынша жарияланымдар 2019 ж. басталып, 22 құжатқа жетті (шамамен 2%). Көптеген зерттеушілер ауыл шаруашылығы мәселелерімен айналысуда, ал агро-өнеркәсіптік кешендегі цифрландыру 2021 ж. бастап өзекті бола бастады, бірақ цифрландыру процесі ҚР Президент Қ.-Ж. Тоқаевтың Жолдауынан кейін (2025 ж. қыркүйегі) күшейе түсті. Бұл көрсеткіш ұлттық реформалар мен мемлекеттік бағдарламалардың ғылыми кеңістікке әсер ете бастағанын және цифрлық ауыл шаруашылығы саласындағы ғылыми әлеуеттің қалыптасу сатысын сипаттайды.

Елдер арасындағы айырмашылықтар цифрлық стратегиялардың экономикалық даму деңгейінің және институционалдық қолдаудың ерекшеліктерімен түсіндіріледі. Бұл нәтиже аграрлық секторды цифрландырудың тиімділігі технологиялардан гөрі, оларды енгізетін институционалдық ортаға тәуелді екенін көрсетеді. 3-сурет деректері агро-өнеркәсіптік кешенді цифрландыру бойынша зерттеулердің кең географиялық ауқымын және аймақтық ерекшеліктерін көрсетеді.



Сурет 3. Scopus дерекқорындағы жарияланған мақалалар саны және елдер үлесі
Figure 3. Number of published articles and percentage of countries in the Scopus database

Жетекші орынды Ресей Федерациясы иеленіп отыр (400 жарияланым, шамамен 30%). Бұл көрсеткіш агроөнеркәсіптік кешенді цифрландыруға бағытталған мемлекеттік бағдарламалардың жүйелі іске асырылуымен және ғылыми-институционалдық инфрақұрылымның қалыптасуымен байланысты. Үндістан (118) мен Қытай (113) екінші және үшінші орындарды иеленеді. Бұл елдерде агросекторды цифрландыру ұлттық даму стратегияларының құрамдас бөлігі ретінде қарастырылып, ауылдық аумақтардағы цифрлық инфрақұрылымды дамыту, фермерлік инновацияларды енгізу және цифрлық теңсіздікті төмендету мәселелеріне басымдық беріледі. Еуропада Германия (107) мен Италия (90) теориялық және әдіснамалық үлестерімен ерекшеленеді. Германия зерттеулері агротехнологиялық инновациялар мен цифрлық логистиканы талдауға бағытталса, Италияда деректерді басқару және цифрлық экожүйелердің институционалдық бейімделуі негізгі тақырыптарға жатады. Ұлыбритания, АҚШ және Испанияда да тұрақты ғылыми белсенділік байқалады.

Қазақстан бойынша жарияланымдар 2019 ж. басталып, 22 құжатқа жетті (шамамен 2%). Бұл көрсеткіш дамыған елдермен салыстырғанда төмен болғанымен, Web of Science дерекқорындағы нәтижелермен салыстырғанда жоғары және ұлттық реформалар мен мемлекеттік бағдарламалардың ғылыми кеңістікке әсер ете

бастағанын көрсетеді. Көршілес елдерде Өзбекстанда 15, Қырғызстанда 11 жарияланым тіркелген.

Елдердің агроөнеркәсіптік кешенді цифрландыру саласындағы жарияланымдық белсенділігі цифрлық басымдықтардың ұлттық даму стратегияларына қаншалықты интеграцияланғанын және ғылыми зерттеулерді институционалдық қолдау деңгейін көрсетеді. Ресейдің көшбасшылығы мемлекеттік бағдарламаларды жүйелі түрде жүзеге асыруға және дамыған ғылыми және институционалдық инфрақұрылымға байланысты, ал Үндістан мен Қытайдың жоғары көрсеткіштері ауылдық жерлерді жаңғыртуға, инновацияларға және цифрлық алшақтықты азайтуға бағытталғандықтан туындайды. Еуропа елдері, ең алдымен, цифрлық ауыл шаруашылығы технологияларын теориялық және әдіснамалық тұрғыдан түсінуге, саланың ғылыми негізін нығайтуға тұрақты үлес қосып келеді. Жалпы алғанда, анықталған айырмашылықтар ауыл шаруашылығы секторындағы цифрлық трансформацияның тиімділігі тек технологиялық факторлармен ғана емес, сонымен қатар зерттеудің стратегиялық қорытындыларын тұжырымдау үшін маңызды болып табылатын институционалдық ортаның жетілгендігімен де анықталатынын растайды.

Жалпы алғанда, зерттеу нәтижелері аграрлық секторды цифрландыру тақырыбының көптеген елдерде ғылыми және практикалық

маңызға ие екенін көрсетеді. Аймақтар арасындағы айырмашылықтар ұлттық цифрлық стратегиялардың, экономикалық даму деңгейінің және институционалдық қолдау тетіктерінің ерекшеліктерімен түсіндіріледі. Бұл агроөнеркәсіптік кешенді цифрландырудың

тиімділігі технологиялармен қатар институционалдық ортаның дамуына тәуелді екенін айқындайды. 4-сурет Scopus дерекқорындағы ғылыми мақалаларды қаржыландырудағы ұйымдар үлесі көрсетеді.



Сурет 4. Scopus дерекқорындағы ғылыми мақалаларды қаржыландырудағы ұйымдар үлесі
Figure 4. The share of organizations in financing scientific articles in the Scopus database

Зерттеу нәтижелері 2001–2024 жж. аралығында ауыл шаруашылығын цифрландыру тақырыбы бойынша жарияланған ғылыми еңбектерді қаржыландыруда жетекші рөлді еуропалық ғылыми ұйымдар атқарғанын көрсетеді. Барлығы 1 326 құжат талданды. Ең ірі қаржыландыру көздері ретінде Еуропалық комиссия (34 құжат) және Horizon 2020 бағдарламасы (22 құжат) анықталды. Бұл көрсеткіштер Еуропалық одақтың агроөнеркәсіптік кешенді цифрландыруды экономикалық өсудің стратегиялық бағыты ретінде институционалдық деңгейде бекіткенін көрсетеді. Horizon 2020 және кейінгі Horizon Europe бағдарламалары шеңберінде smart-агрономия, «ақылды ферма» технологиялары, үлкен деректерді талдау және автоматтандыру жүйелерін енгізуге бағытталған жобалар жүйелі түрде қолдау тапқан.

Келесі орындарда Ресейдің Іргелі зерттеулер қоры (22 құжат), Германияның Білім және зерттеу министрлігі (18 құжат) және Қытайдың Ұлттық жаратылыстану қоры (16 құжат) орналасқан. Бұл ұйымдардың белсенділігі аграрлық секторды цифрландыруды ұлттық деңгейде өнімділікті

арттырудың негізгі тетігі ретінде қарастырумен байланысты. Сонымен қатар Философия және әлеуметтік ғылымдар ұлттық басқармасы, Ресей Федерациясының Білім және ғылым министрлігі, Ұлыбританияның Research and Innovation агенттігі және Еуропалық аймақтық даму қоры да осы бағыттағы зерттеулерді институционалдық тұрғыдан қолдап отыр.

Алынған деректер цифрлық ауыл шаруашылығы бойынша зерттеулердің негізгі бөлігі еуропалық және азиялық ғылыми қауымдастықтардың қатысуымен жүзеге асатынын көрсетеді. Бұл үрдіс аграрлық сектордағы цифрлық трансформацияның жаһандық сипатқа ие болғанын және халықаралық ғылыми әріптестіктің маңызын арттырғанын дәлелдейді.

Scopus дерекқоры бойынша Қазақстанда қаржыландырушы ұйымдар ретінде тек екі құжат тіркелген: Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігі – 1 құжат және Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі – 1 құжат. Бұл 22 қазақстандық жарияланымның ішінде мемлекеттік қолдаумен жүзеге асқан зерттеулер үлесінің шектеулі

екенін көрсетеді. Бұл жағдай цифрлық ауыл шаруашылығы саласында ұлттық ғылыми саясаттың әлеуеті толық пайдаланылмай отырғанын айқындайды.

Осыған байланысты аграрлық секторды цифрландыру бойынша қойылған стратегиялық міндеттерді іске асыру үшін мемлекеттік органдардың ғылыми зерттеулерді қаржыландыруды жүйелі түрде арттыруы қажет. Бұл цифрлық жобалардың ауқымын кеңейтіп, агроөнеркәсіптік кешенде инновациялық шешімдердің

институционалдық негізде орнығуына мүмкіндік береді. 1-кесте Scopus дерекқорындағы ең көп мақала жариялаған институттар тізімі көрсетеді. Кестеде 2001–2024 жж. аралығында «ауыл шаруашылығын цифрландыру» тақырыбы бойынша жарияланған ғылыми құжаттардың ұйымдар бойынша бөлінісін көрсетеді. Талдау үшін жарияланым саны ең жоғары алғашқы 10 ұйым іріктелді. 1-кестеде Scopus дерекқорындағы ең көп мақала жариялаған институттар тізімі ұсынылған.

Кесте 1. Scopus дерекқорындағы ең көп мақала жариялаған институттар тізімі
Table 1. List of institutions that have published most articles in the Scopus database

№	Мекеме атауы	Орналасқан жері	Мақала саны
1	Ресей мемлекеттік аграрлық университеті – К.А. Тимирязев атындағы Мәскеу ауылшаруашылық академиясы	Ресей	25
2	Ресей ғылым академиясы.	Ресей	22
3	Вагенинген университеті және ғылыми-зерттеу орталығы.	Нидерланд	20
4	Кубан мемлекеттік аграрлық университеті.	Ресей	19
5	Пиза университеті.	Италия	19
6	Қазан мемлекеттік аграрлық университеті.	Ресей	18
7	Г. В. Плеханов атындағы Ресей экономикалық университеті.	Ресей	16
8	Дон мемлекеттік техникалық университеті.	Ресей	15
9	Ұлттық зерттеулер кеңесі (Италия).	Италия	14
10	Орал мемлекеттік экономика университеті.	Ресей	14

Ескертпе: Scopus дерекқорынан алынған мәліметтер негізінде автормен құрастырылған

Нәтижелер Ресей мемлекеттік аграрлық университеті – К.А. Тимирязев атындағы Мәскеу ауылшаруашылық академиясының көшбасшылығын көрсетеді (25 құжат). Ресей ғылым академиясы 22 жарияланыммен екінші орында тұр. Бұл деректер Ресейде аграрлық секторды цифрландыру бойынша тұрақты ғылыми инфрақұрылым қалыптасқанын және зерттеулердің институционалдық деңгейде шоғырланғанын көрсетеді.

Нидерландыдағы Вагенинген университеті және ғылыми-зерттеу орталығы 20 жарияланыммен халықаралық деңгейдегі жоғары белсенділікті көрсетеді. Кубан мемлекеттік аграрлық университеті мен Италиядағы Пиза университеті 19 жарияланымнан тіркеген. Аталған ұйымдардың географиялық әртүрлілігі цифрлық ауыл шаруашылығының жаһандық ғылыми күн тәртібіне айналғанын және Еуропада агротехнологияны жаңғыртуға бағытталған зерттеулердің жүйелі жүргізілетінін көрсетеді. Ресейлік ұйымдардың үлесінің жоғары болуы бұл елде аграрлық және экономикалық универ-

ситеттердің цифрландыру тақырыбында ғылыми хабтар қалыптастырып отырғанын айғақтайды.

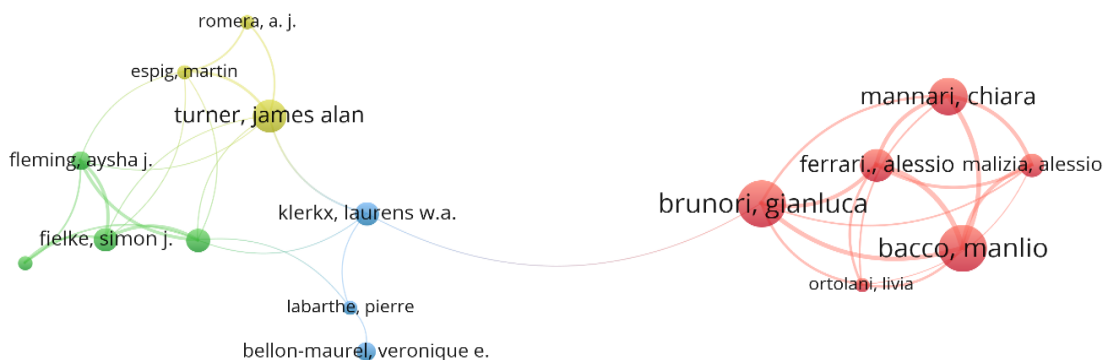
Жалпы үрдіс бойынша алғашқы он ұйымның кемінде жетеуі Ресейден. Бұл аграрлық секторды цифрландыруға ұлттық деңгейде басымдық беріліп отырғанын көрсетеді. Сонымен қатар тізімде экономикалық бағыттағы университеттердің болуы цифрландырудың тек технологиялық емес, экономикалық тиімділік пен басқару модельдері тұрғысынан да зерттелетінін дәлелдейді.

Қазақстан бойынша деректер бұл бағыттың қалыптасу сатысында екенін көрсетеді. Scopus мәліметтері Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті және Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті тарапынан үш жарияланымнан тіркелгенін көрсетеді. Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Нархоз университеті және өзге жоғары оқу орындары екі жарияланымнан ұсынған. 2019–2024 жж. барлығы 22 мақала жарияланған.

Алынған деректер негізінде Scopus және Web of Science басылымдарында ауыл шаруашылығын цифрландыру бойынша қазақстандық басылымдардың салыстырмалы түрде төмен көрсетілуі құрылымдық және институционалдық факторлардың үйлесіміне байланысты. Тарихи тұрғыдан алғанда, елдегі ауыл шаруашылығы саласындағы зерттеулер негізінен өндіріс және табиғи ресурстар аспектілеріне бағытталған, ал саланың цифрлық трансформациясы соңғы жылдары ғана жүйелі ғылыми қызығушылық тудырды. Зерттеушілердің халықаралық ғылыми желілерге жеткіліксіз интеграциялануы, индекстелген журналдардағы жоғары бәсекелестік және тілдік кедергілер де нәтижелерді жаһандық академиялық қауымдастықта жариялау мүмкіндігін шектейді. Бәсекеге қабілетті зерттеулер үшін қажетті заманауи цифрлық платформаларға, деректерге және пәнаралық зерттеу құралдарына шектеулі қолжетімділік қосымша фактор болып табылады. Сонымен қатар, ауыл шаруашылығы секторын цифрлық дамыту және жаңғырту бойынша қазіргі

үкіметтік бағдарламалар ғылыми белсенділіктің артуы үшін институционалдық алғышарттар жасауда. Бұл цифрлық ауыл шаруашылығы саласындағы ғылыми мектептің дамуындағы өтпелі кезеңді көрсетеді, онда басылымдардың қатысуы біртіндеп кеңейеді деп күтілуде. Ұзақ мерзімді перспективада халықаралық ынтымақтастықты нығайту және ғылыми инфрақұрылымға инвестиция салу қазақстандық зерттеушілердің жаһандық ғылыми күн тәртібіне қосқан үлесін айтарлықтай арттыра алады.

Бұл көрсеткіш Қазақстанда цифрлық ауыл шаруашылығы саласындағы ғылыми белсенділіктің қалыптасу кезеңінде тұрғанын және институционалдық қолдау артқан жағдайда бұл бағыттың жедел дамуына әлеует бар екенін көрсетеді. 5-суретте Scopus дерекқорынан алынған мәліметтер және VOSviewer бағдарламасы негізінде ауыл шаруашылығын цифрландыру саласындағы зерттеушілер арасындағы ғылыми байланыстардың желілік құрылымы және ең өнімді авторларды көрсетеді.



Сурет 5. Ауыл шаруашылығын цифрландыру бойынша зерттеушілердің ғылыми байланыстарының визуализациясы

Figure 5. Visualization of scientific contacts of researchers on the digitalization of agriculture

Авторлық желілерді талдау бұл салада тұрақты ғылыми қауымдастықтардың қалыптасқанын және зерттеулердің жеке бастамалардан гөрі кооперативтік модельге негізделгенін көрсетеді. Ең белсенді зерттеушілер ретінде

Brunori et al. (2025) және Manlio et al. (2021) анықталды (әрқайсысы – 10 жарияланым). Олардың еңбектері цифрлық ауыл шаруашылығының технологиялық және институционалдық аспектілерін жүйелі түрде зерттеуге бағытталған.

VOSviewer бағдарламасы арқылы жасалған бұл визуализация ауыл шаруашылығы саласындағы зерттеулерде қолданылған кілт сөздердің арасындағы байланысты көрсетеді. Визуализацияда түстер кілт сөздердің топтастырылуын (кластерлерді), түйіндердің көлемі терминдердің жиілігін, ал байланыс сызықтарының қалыңдығы олардың өзара байланыс

деңгейін білдіреді. Бұл тәсіл ғылыми бағыттардың құрылымын ғана емес, олардың өзара ықпалдасу логикасын да айқындауға мүмкіндік береді.

2-кестеде кілттік сөздер бойынша қалыптасқан кластерлердің сипаттамасы көрсетіледі. Талдау нәтижесінде төрт негізгі кластер мен олардың корреляциялық шамасы анықталды.

Кесте 2. Кілттік сөздер бойынша қалыптасқан кластерлердің сипаттамасы

Table 2. Description of clusters formed by key words

№	Кластер	Кілттік сөздер	Корреляция шамасы
1	көк-жасыл	Экономика, аймақ, нарық, агроөнеркәсіп секторы, кәсіпорын, цифрлық экономика,	$-0.6 \leq r < -0.3$
2	жасыл	Деректер, фермер, практика және цифрландыру, мониторинг, кірістілік, шешім, сұраныс,	$-0.3 \leq r < -0.1$
3	сары	Тұрақты даму, климат, экологиялық сын-қатерлер, салдары, тамақ өндірісі, денсаулық	$-0.1 \leq r < 0.2$
4	күлгін-көк	Агроөнеркәсіп кешені, цифрлық платформа, негізгі бағыты, есептік жазба, мүмкіндік	$0.2 \leq r \leq 0.4$

Ескертпе: Scopus дерекқорынан алынған мәліметтер негізінде VOSviewer бағдарламасымен құрастырылған

Бірінші кластер (көк-жасыл) ауыл шаруашылығының экономикалық аспектілерін, аймақтық даму, нарық, агроөнеркәсіптік сектор және цифрлық экономика мәселелерін қамтиды. Бұл кластер цифрландырудың аграрлық сектордағы экономикалық тиімділік пен құрылымдық өзгерістерге әсерін зерттеуге бағытталған.

Екінші кластер (жасыл) деректерді пайдалану, фермерлік тәжірибе, мониторинг, кірістілік және шешім қабылдау процестерін қамтиды. Бұл бағытта IoT және сенсорлық жүйелер сияқты технологиялардың қолданылуы қарастырылады. Аталған кластер аграрлық басқарудың деректерге негізделген моделіне көшу үрдісін көрсетеді.

Үшінші кластер (сары) тұрақты даму, климат, экологиялық мәселелер, тамақ өндірісі және денсаулық аспектілерін біріктіреді. Бұл кластер цифрлық ауыл шаруашылығының экологиялық және әлеуметтік өлшемдерін айқындап, зерттеулердің жаһандық тұрақты даму күн тәртібімен байланысын көрсетеді.

Төртінші кластер (күлгін-көк) агроөнеркәсіптік кешен мен цифрлық платформаларға қатысты зерттеулерді қамтиды, есеп беру жүйелері мен институционалдық тәжірибелерді талдайды. Бұл бағыт цифрландырудың ұлттық саясаттар мен басқару модельдеріне ықпалына назар аударады.

Overlay visualization нәтижелері бойынша кілт сөздердің нормаланған мәндері -0.6 -дан $+0.4$ -ке дейін өзгеріп отырады. Көк түстер салыстырмалы түрде ертерек қалыптасқан немесе төмен цитаталанатын тақырыптарды, жасыл түс тұрақты дамып келе жатқан классикалық бағыттарды, ал сары және күлгін-көк түстер соңғы жылдардағы жаңа трендтерді білдіреді. Мысалы, «тұрақты даму», «климаттық өзгерістер», «IoT», «сенсор» терминдері соңғы кезеңнің өзекті бағыттары ретінде көрінеді, ал «экономика», «аймақ», «нарық» ұғымдары дәстүрлі зерттеу объектілері ретінде сақталған.

Осылайша, визуализация нәтижелері цифрлық ауыл шаруашылығы зерттеулерінің төрт негізгі ғылыми векторын айқындайды: экономикалық-өңірлік талдау, деректерге негізделген басқару, экологиялық тұрақтылық және институционалдық платформалар. Бұл құрылым саланың технологиялық бағыттан кеңірек – экономикалық және басқарушылық трансформацияға қарай эволюцияланып отырғанын көрсетеді.

Библиометриялық бірлескен кілт сөз картасы бойынша қорытынды жасай отырып, ауыл шаруашылығын цифрландыру бойынша ғылыми зерттеулердің құрылымын көрсететін бірнеше өзара байланысты тақырыптық кластерлерді анықтайды. «Data» терминінің айналасында

ұйымдастырылған Орталық кластер зерттеу өрісінің өзегін құрайды және цифрлық агро-технологияның негізгі ресурсы ретінде деректердің үстемдігін көрсетеді. Онымен байланысты “application”, “decision”, “monitoring” және “smart agriculture” ұғымдары процестерді автоматтандыруға, аналитикаға және басқару шешімдерін қолдауға байланысты технологиялық бағдарланған бағытты сипаттайды.

“Экономика”, “country”, “market”, “enterprise” және “policy” терминдерін қамтитын экономикалық-институционалдық кластер цифрландырудың, институционалдық бейімделудің және цифрлық экожүйелерді қалыптастырудың макроэкономикалық әсерлеріне арналған зерттеулерді көрсетеді. Оның технологиялық ядромен тығыз байланысы цифрлық шешімдердің агросектордың экономикалық құрылымдарына интеграциялануын көрсетеді.

“Тұрақтылық», “challenge” және “farmer” ұғымдарының айналасында топтастырылған жеке Тақырыптық блок тұрақты дамуға, технологияларды енгізудің әлеуметтік аспектілеріне және фермерлік тәжірибелерді бейімдеуге өсіп келе жатқан назарды көрсетеді. Бұл кластер цифрлық трансформация контекстінде экологиялық, әлеуметтік және басқару факторлары қарастырылатын зерттеулердің пәнаралық сипатын көрсетеді.

Картаның түс динамикасы зерттеу фокусының цифрлық саясат, тұрақты даму және цифрлық платформаларды біріктіру мәселелеріне ауысуын көрсетеді, бұл ғылыми күн тәртібінің технологиялық шешімдерден агросекторды цифрлық басқарудың жүйелік модельдеріне эволюциясын көрсетеді. Тұтастай алғанда, желі құрылымы технологиялық инновациялар, экономикалық механизмдер мен әлеуметтік сын-қатерлер Ауыл шаруашылығын цифрлық трансформациялаудың өзара тәуелді элементтері ретінде қарастырылатын кешенді ғылыми бағыттың қалыптасуын растайды.

ҚОРЫТЫНДЫ

Зерттеу барысында 2001–2024 жж. аралығында Scopus дерекқорында жарияланған 1 326 ғылыми еңбекке библиометриялық талдау жүргізілді. Алынған нәтижелер 2017 ж. бастап ауыл шаруашылығын цифрландыру саласын-

дағы ғылыми белсенділіктің айтарлықтай өскенін көрсетті. Бұл серпін дәл егіншілік, IoT, деректерге негізделген басқару жүйелері және тұрақты даму күн тәртібімен тікелей байланысты. Талдау зерттеулердің негізгі траекториялары экономикалық тиімділік, цифрлық технологияларды аграрлық практикаға ықпалдастыру, экологиялық орнықтылық және институционалдық даму мәселелеріне шоғырланғанын көрсетті. VOSviewer арқылы жүргізілген кілт сөздерді талдау тұрақты даму мен климаттық өзгерістерге қатысты тақырыптардың соңғы жылдары басым бағыттарға айналғанын растады.

Бұл зерттеудің бірқатар шектеулері бар. Атап айтқанда, талдау тек Scopus дерекқорымен шектелді, бұл басқа халықаралық және ұлттық дерекқорларда жарияланған еңбектердің толық қамтылмауына әкелуі мүмкін. Сонымен қатар, зерттеу тек ағылшын тіліндегі мақалаларды қамтыды, сондықтан өңірлік тілдердегі ғылыми жұмыстар ескерілмеді. Үшіншіден, библиометриялық әдістер негізінен сандық көрсеткіштерге сүйенетіндіктен, жекелеген зерттеулердің мазмұндық тереңдігі мен практикалық тиімділігі толық бағаланбады.

Алынған нәтижелерге сәйкес, болашақ зерттеулер ауыл шаруашылығын цифрландыруды тек технологиялық үрдіс ретінде емес, экономикалық және институционалдық трансформация тұрғысынан кешенді талдауға бағытталуы тиіс. Цифрлық технологиялардың ауыл шаруашылығы өнімділігіне, шығындарды қысқартуға және фермерлік шаруашылықтардың бәсекеге қабілеттілігіне нақты эмпирикалық әсерін бағалау өзекті болып табылады.

Болашақта көп дереккөзді библиометриялық талдауларды (Scopus, Web of Science және ұлттық дерекқорлар негізінде), сондай-ақ Қазақстан жағдайына бағытталған өңірлік кейс-зерттеулерді жүргізу ұсынылады. Сонымен қатар, цифрлық ауыл шаруашылығының әлеуметтік салдарын, цифрлық теңсіздік мәселелерін және цифрландырудың тұрақты даму мен климаттық өзгерістерге бейімделуге ықпалын зерттейтін пәнаралық жұмыстардың маңызы арта түседі.

Жалпы алғанда, бұл зерттеу цифрлық ауыл шаруашылығының агроөнеркәсіптік кешенді жаңғыртудағы стратегиялық рөлін айқындай отырып, саланың ғылыми құрылымын жүйелеу-

ге және болашақ зерттеулер үшін теориялық әрі қолданбалы негіз қалыптастыруға мүмкіндік береді. Жалпы тұжырымдар жасай отырып, мақалада библиометриялық сурет бейнеленген, ол жыл сайын қалыптасатын мақалаларды растайды Ауыл шаруашылығын цифрландыру процесі жыл сайын артып келеді. Басылым ландшафты Ауыл шаруашылығын цифрландыру пәнаралық өріс ретінде дамып келе жатқанын көрсетеді: IoT, мониторинг және деректерді талдаумен қатар институттар, нарықтар, басқару, цифрлық саясат және тұрақтылық бойынша зерттеулер блогы күшейтілуде. Бұл дегеніміз, технологиялық шешімдер енді оқшауланбайды — олар өнімділікке, тәуекелге, жеткізу тізбегіне және ресурстарды басқаруға әсер ету арқылы бағаланады.

Дәйекті бағдарламалары мен тұрақты қаржыландыруы бар елдерде неғұрлым тығыз зерттеу желісі және одан жоғары халықаралық көріну қалыптасады. Тәжірибе көрсеткендей, шашыраңқы мақалалар үлкен әсер етпейді, бірақ байланыстыру: ауылдағы цифрлық инфрақұрылым + деректер стандарттары + бизнеске ынталандыру + кадрларды даярлау + табысты шешімдерді масштабтау тетіктері.

Агросектордағы жобалық шешімдер санының өсуіне қарамастан, енгізу мен ғылым арасындағы алшақтық жиі сақталады: жобалардың деректері стандартталмаған, қолжетімділігі шектеулі, өңірлер мен маусымдар арасында салыстыруға келмейді. Бұл қайталанатын модельдердің құрылысын тежейді (өнімділікті болжау, нақты егіншіліктің тиімділігін бағалау, Климаттық тәуекелдер, шығындарды оңтайландыру) және жоғары рейтингті журналдардағы басылымдардың үлесін азайтады. Сондықтан эмпирикалық деректер мен оларға қол жетімділік зерттеулердің сапасы мен «дәйексөзін» анықтайды.

Іс жүзінде мониторинг шешімдері (спутниктік және сенсорлық деректер), шаруашылықты басқарудың цифрлық платформалары, дәл егіншілік элементтері, субсидияларды цифрландыру/есепке алу және логистика кең таралған. Алайда, іске асыру фактісінің өзі ғылыми тұрғыдан маңызды емес, бірақ өлшенетін нәтижелер: өнімділіктің артуы, шығындардың төмендеуі, Климаттық күйзелістерге төзімділік, өзін-өзі ақтау, жұмыспен қамтуға әсер ету және цифрлық теңсіздік. Мұны «тұжырымдаманың

дәлелі» әсері бар, бірақ өнімділікті бағалауды қажет ететін ауыл шаруашылығындағы ағымдағы цифрландыру жобалары арқылы зерттеуге болады.

Библиометриялық талдау бойынша жалпы шолу: цифрландырудың тиімділігі технологиядан кем емес институционалдық ортаға байланысты. Реттеуші айқындық, цифрлық қызметтерге деген сенім, деректерді қорғау, платформалардың үйлесімділігі және пайдаланушыларды даярлау болмаса, технологиялық әсерлер Жергілікті болып шығады. Сондықтан зерттеудің Болашақ күн тәртібі технологиялық көрсеткіштерді институттармен байланыстыруы керек: ережелер, ынталандырулар, мемлекет–бизнес–ғылым кооперациясы және технологиялар трансферті механизмдері.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization and theory: BN; research design: BN, GA and DK; data collection: MK and LM; analysis and interpretation: BN, GA, DK, MK and LM; writing draft preparation: BN, GA and DK; supervision: DK, MK and LM; correction of article: MK and LM; proofread and final approval of article: BN, GA, DK, MK and LM. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

REFERENCES

- Abdullahi, H. O., Mahmud, M., Hassan, A. A., & Ali, A. F. (2023). A bibliometric analysis of the evolution of IoT applications in smart agriculture. *Ingénierie des Systèmes d'Information*, 28(6), 1495–1504. <https://doi.org/10.18280/isi.280606>
- Abu, N. S., Bukhari, W. M., Ong, C. H., Kassim, A. M., Izzuddin, T. A., Sukhaimie, M. N., Norasikin, M. A., & Rasid, A. F. A. (2022). Internet of Things applications in precision agriculture: A review. *Journal of Robotics and Control*, 3(3), 338–347. <https://doi.org/10.18196/jrc.v3i3.14159>
- Ayaz, A., & Ayaz, R. (2025). A bibliometric and thematic approach to digital agriculture research. *Uygulamalı Mühendislik ve Tarım Dergisi*, 2(1), 1–10.
- Bertoglio, R., Corbo, C., Renga, F. M., & Matteucci, M. (2021). The digital agricultural revolution: A bibliometric analysis literature review. *IEEE Access*, 9, 134762–134782. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3115258>
- Brunori, G., Bacco, M., Pinero, C.P., Borzacchiello, M.T., & Stormer, E. (2025). Agri-food data spaces: Highlighting the need for a farm-centered strategy. *Data*

- in *Brief*, 59, 111388. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2025.111388>
- Chamorro-Padial, J., Virgili-Gomá, J., Gil, R., Teixedó, M., & García, R. (2025). Agriculture data sharing review. *Heliyon*, 11(1), e41109. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e41109>
- Iaksch, J., Fernandes, E., & Borsato, M. (2021). Digitalization and big data in smart farming: A review. *Journal of Management Analytics*, 8(2), 333–349. <https://doi.org/10.1080/23270012.2021.1897957>
- Kashina, E., Yanovskaya, G., Fedotkina, E., Tesalovsky, A., Vetrova, E., Shaimerdenova, A., & Aitkazina, M. (2022). Impact of digital farming on sustainable development and planning in agriculture and increasing the competitiveness of the agricultural business. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 17(8), 2413–2420. <https://doi.org/10.18280/ijstdp.170808>
- Klerkx, L., Jakku, E., & Labarthe, P. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*, 90–91(1), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>
- Kumari, P., Soor, S., Shetty, A., & Nair, A.M. (2025). A UNet Model for Accelerated Preprocessing of CRISM Hyperspectral Data for Mineral Identification on Mars. *ArXiv*, abs/2505.02046. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2505.02046>
- Manlio, B., Paolo, B., Alberto, G., & Massimiliano, R. (2021). *Unmanned Aerial Vehicles for Agriculture: an Overview of IoT-Based Scenarios*. Autonomous Airborne Wireless Networks, John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781119751717.ch11>
- Mannari, C., Ferrari, A., & Bacco, M. (2024). Socio-technical Process Modelling to Foster Sustainable Digitalisation of Rural Areas. ERCIM News, 2024.
- Maulana, F. I., Adi, P. D. P., Arifin, M. N., Hamim, M., & Pramono, A. (2024). Analyzing and visualizing knowledge structures of research and development trends in Internet of Things for smart agriculture: A decade overview. *E3S Web of Conferences*, 501, 01015. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202450101015>
- Mondejar, M. E., Avtar, R., Baños Diaz, H. L., Dubey, R. K., Esteban, J., Gómez-Morales, A., Hallam, B., Mbungu, N. T., Okolo, C. C., Prasad, K. A., She, Q., & Garcia-Segura, S. (2021). Digitalization to achieve sustainable development goals: Steps towards a smart green planet. *Science of the Total Environment*, 794, 148539. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148539>
- Naribek B., Abdikerimova G., Kulanova D., & Moldashbaeva L. (2025). Bibliometricheskii analiz nauchnykh issledovaniy v tsifrovizatsii agropromyshlennogo kompleksa [Bibliometric analysis of scientific research in digitalization of the agro-industrial complex]. *Bulletin of the Khalel Dosmukhamedov Atyrau University*, 78(3), 390–401. <https://doi.org/10.47649/vau.25.v78.i3.33>
- Paudel, B., Riaz, S., Teng, S. W., Kolluri, R. R., & Sandhu, H. (2025). The digital future of farming: A bibliometric analysis of big data in smart farming research. *Cleaner and Circular Bioeconomy*, 10, 100132. <https://doi.org/10.1016/j.clcb.2024.100132>
- Rolandi, S., Brunori, G., Bacco, M., & Scotti, I. (2021). The Digitalization of Agriculture and Rural Areas: Towards a Taxonomy of the Impacts. *Sustainability*, 13(9), 5172. <https://doi.org/10.3390/SU13095172>
- Sadenova, M. A., Beisekenov, N. A., Varbanov, P. S., Kulenova, N. A., Abitaev, F., & Kamenev, Y. (2022). Digitalization of crop production for transition to climate-optimized agriculture using spring wheat in East Kazakhstan as an example. *Chemical Engineering Transactions*, 96, 415–420. <https://doi.org/10.3303/CET2296070>
- Schmidt, D., Casagrande, L. F., Butturi, M. A., & Sellitto, M. A. (2024). Digital technologies, sustainability, and efficiency in grain post-harvest activities: A bibliometric analysis. *Sustainability*, 16(3), 1244. <https://doi.org/10.3390/su16031244>
- Sott, M. K., Nascimento, L. d. S., Foguesatto, C. R., Furstenau, L. B., Faccin, K., Zawislak, P. A., Mellado, B., Kong, J. D., & Bragazzi, N. L. (2021). A bibliometric network analysis of recent publications on digital agriculture to depict strategic themes and evolution structure. *Sensors*, 21(23), 7889. <https://doi.org/10.3390/s21237889>
- Toguzova, M., Shaimardanova, B., Shaimardanov, Z., Assylkhanova, Z. A., & Rakhymberdina, M. (2023). Analysis of the introduction of precision farming elements in East Kazakhstan: Problems and prospects of development. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLVIII-5/W2-2023, 125–130. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-5-W2-2023-125-2023>
- Turner, J.A., Guesmi, B., Gil, J.M., Heanue, K., Sierra, M., Percy, H., Bortagaray, I., Chams, N., & Milne, C.E. (2022). Evaluation capacity building in response to the agricultural research impact agenda: Emerging insights from Ireland, Catalonia (Spain), New Zealand, and Uruguay. *Evaluation and program planning*, 94, 102127. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2022.102127>
- Xu, J., Li, Y., Zhang, M., & Zhang, S. (2024). Sustainable agriculture in the digital era: Past, present, and future trends by bibliometric analysis. *Heliyon*, 10(14), e34612. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34612>
- Wang, S., Yang, Y., Yin, H., Zhao, J., Wang, T., Yang, X., Ren, J., & Yin, C. (2025). Towards digital transformation of agriculture for sustainable development in China: Experience and lessons learned. *Sustainability*, 17(8), 3756. <https://doi.org/10.3390/su17083756>

Information about the authors

Bagdaulet K. Naribek – PhD student, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, email: bagdaulet98narbek@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-1453-6014>

***Gulzhanar I. Abdikerimova** – Cand. Sc. (Econ.), M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, email: abdikerimova71@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2495-1209>

Darikul A. Kulanova – Cand. Sc. (Econ.), M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, email: k_dana_a@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9188-5243>

Marzhan T. Kalmenova – Cand. Sc. (Econ.), Associate Professor, I. Zhansugurov Zhetysu University, Taldykorgan, Kazakhstan, email: kalmenovamarzhan78@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-3360-4308>

Luiza P. Moldashbayeva – Cand. Sc. (Econ.), Associate, L.N Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, email: luizamoldashbayeva@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4491-9567>

Авторлар туралы мәліметтер

Нәрібек Б.Қ – PhD докторант, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан, email: bagdaulet98narbek@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-1453-6014>

***Абдикеримова Г.И.** – э.ғ.к., М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан, email: abdikerimova71@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2495-1209>

Куланова Д.А. – э.ғ.к., М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан, email: k_dana_a@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9188-5243>

Кальменова М.Т. – э.ғ.к., қауымдастырылған профессор, І.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Талдықорған, Қазақстан, email: kalmenovamarzhan78@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-3360-4308>

Молдашбаева Л.П. – э.ғ.к., қауымдастырылған профессор, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразиялық Ұлттық университеті, Астана, Қазақстан, email: luizamoldashbayeva@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4491-9567>

Сведения об авторах

Нарибек Б.К. – PhD докторант, Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан, email: bagdaulet98narbek@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-1453-6014>

***Абдикеримова Г.И.** – к.э.н., Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан, email: abdikerimova71@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2495-1209>

Куланова Д.А. – к.э.н., Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан, email: k_dana_a@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9188-5243>

Кальменова М.Т. – к.э.н., ассоциированный профессор, Жетысуский университет им. И.Жансугурова, Талдықорған, Казахстан, email: kalmenovamarzhan78@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-3360-4308>

Молдашбаева Л.П. – к.э.н., ассоциированный профессор, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан, email: luizamoldashbayeva@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4491-9567>