

РОЗДІЛ 1.

Особливості використання цифрових технологій та аналітичних інструментів в умовах глобалізації

ПЕТЬКО Станіслав Михайлович,

к.е.н., доцент, доцент кафедри міжнародного менеджменту,
Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана,
м. Київ, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5686-1067>

1.1. ЕКОНОМЕТРИЧНА ОЦІНКА ЦИФРОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ КРАЇНИ НА ПРИКЛАДІ РЕСПУБЛІКИ КОРЕЯ

Вступ. Для здійснення економетричної оцінки цифрового потенціалу Республіки Корея з подальшим визначенням її цифрової зрілості, необхідно сформувати певний набір атрибутів, які ілюструватимуть важливі аспекти економічного й цифрового розвитку країни. З цією метою доречно звернути увагу на узагальнені оцінки цифрової зрілості, що розраховуються авторитетними міжнародними організаціями, зокрема, Міжнародним інститутом з розвитку менеджменту щорічно публікується *Світовий рейтинг цифрової конкурентоспроможності* (World Digital Competitiveness Ranking, WDCR) [8]. Цей індекс розраховується з 2017 року, тобто наразі є 7 щорічних спостережень для кількості країн від 63 у 2017 році до 67 у 2024 році (у зв'язку з військовою агресією РФ проти України у 2022 році обидві країни були виключені з рейтингу, а додавалися інші країни) включно з Республікою Корея

за всіма роками дослідження. Зауважимо, що цей проміжок часу є надто коротким, щоб намагатися будувати моделі прогнозування, адже кількість спостережень у навчальній вибірці обов'язково має втричі перевищувати кількість параметрів моделі.

Зрозуміло, що за таких умов неможливо побудувати на такій кількості спостережень адекватну прогнозну багатофакторну модель й виокремити тестову вибірку для перевірки її адекватності. Загальний тренд розвитку цього показника не вирішує проблему з точки зору аналітичного дослідження, особливо враховуючи його інерційність.

Виклад основних результатів дослідження. Відповідно, виникає доцільність розширити базу даних, на якій можна було б побудувати різні багатофакторні моделі. Це можна зробити, якщо додати до даних інформацію про інші країни світу, на основі яких вивчатиметься та тестуватиметься модель. Але тут виникає проблема іншого характеру – показники економічного розвитку і цифрової трансформації різних країн дуже відрізнятимуться між собою. Якщо показники всіх країн світу будуть взяті до процесу моделювання, то це унеможливить побудову єдиної ефективної та стійкої моделі. Наприклад, не можна побудувати єдину модель, що буде ефективно узагальнювати та відтворювати процеси впливу цифровізації на розвиток економіки у Республіці Корея, Україні, Афганістані, Гаїті тощо. Зрозуміло, що для побудови моделей дослідження цифрової зрілості Республіки Корея необхідно сформулювати вибірку даних на основі множини країн, схожих до південнокорейських за показниками розвитку як економіки, так і цифровізації.

З цієї метою скористаємося підходом до формування такої вибірки, який запропонували А. Матвійчук, О. Лук'яненко, І. Мірошніченко [15]. Його сутність полягає у проведенні кластеризації країн світу за набором характеристик, що мають значення в контексті досліджуваного завдання для формування окремих груп країн, гомогенних між собою за цими показниками. Означене уможливорює побудову прогнозних моделей дослідження

цифрової зрілості Республіки Корея на даних тих країн, що потрапили з нею до одного кластера.

Далі відобразимо аналіз різних індексів, що характеризують стан цифровізації та інноваційної активності країн світу, а також показників їхнього економічного розвитку. Зокрема, крім згаданого вище *Світового рейтингу цифрової конкурентоспроможності* для визначення цифрової зрілості країн було проаналізовано ще п'ять індексів, що характеризують рівень розвитку цифрової економіки, як от: *Глобальний індекс знань* (Global Knowledge Index, GKI), *Глобальний індекс інновацій* (Global Innovation Index, GII), *Індекс мережевої готовності* (Network Readiness Index, NRI), *Індекс розвитку електронного урядування* (E-Government Development Index, EGDI), *Індекс людського розвитку* (Human Development Index, HDI) [1; 2].

Якісну характеристику означених індексів відображено в підрозділі 3.1, але слід зауважити, що *Глобальний індекс знань* розраховується щорічно з 2017 року й дотепер та містив 133 країни у 2023 році [5]; *Глобальний індекс інновацій* розраховується щорічно, починаючи з 2007 року й дотепер та містив 132 країни у 2023 році [4]; *Індекс мережевої готовності* розраховується щорічно з 2002 року й донині та містив 134 країни у 2023 році [18]; *Індекс розвитку електронного урядування* розраховується з періодичністю раз в два роки з 2003 року й дотепер та включив 193 країни у 2024 році [22]; *Індекс людського розвитку* розраховується щорічно, починаючи з 1990 року, але на момент проведення дослідження на початку 2025 року значення індексу наявні лише до 2022 року для 193 країн [6].

Для дослідження цифрової зрілості Республіки Корея на першому етапі обробки даних необхідно «відсіяти» країни, у яких немає показників за визначеними для аналізу індексами цифрового розвитку й економічними показниками. Так, за переважною більшістю показників у датасеті не було таких малих острівних країн: Британські Віргінські острови, Вануату, Кайманові острови, Кірібаті, Мальдівські острови, Маріанські

острови, Науру, Нова Каледонія, Палау, Сейшельські острови, Соломонові острови, Фарерські острови, Федеративні Штати Мікронезії, Фіджі, Французька Полінезія та ін. Також з бази даних аналізу було виключено низку слаборозвинених країн з низьким рівнем доходів, інформація яких була відсутня за багатьма показниками: Афганістан, Бутан, Гаїті, Демократична Республіка Конго, Ємен, Замбія, Ірак, КНДР, Куба, Ліберія, Лівія, Південний Судан, Сирія, Сомалі, Судан, ЦАР та ін. Проте, варто зауважити, що відсутність зазначених вище країн не применшує цінності подальшого моделювання, адже всі вони не є подібними до Республіки Корея за показниками цифрової зрілості чи економічного розвитку і, напевно, під час кластеризації не потраплять до однієї з нею групи. У результаті вилучення таких країн з подальшого аналізу база даних скоротилась до 127 країн, при цьому суттєво підвищилась її якість, про що попередньо вже було зазначено.

Тому, під час первинної обробки даних, відбулося фільтрування країн за рівнем цифрового розвитку. Значна кількість слаборозвинених країн, показники яких мали багато прогалин в індексах цифрового розвитку, були вилучені, що скоротило вибірку до 127 країн, які було взято за основу для остаточного аналізу.

Додатково до перелічених індексів, що характеризують цифровий розвиток країн, було зібрано дані Світового Банку [19; 20] та МВФ [9] за низкою макроекономічних показників та індикаторів в динаміці за 2020–2023 роки, які, на думку авторів, можуть впливати на загальний рівень цифрової зрілості кожної країни: ВВП на душу населення (тис. дол. США); рівень інфляції (%); загальний ВВП (млрд дол. США); зростання/падіння загального ВВП (%); рівень безробіття (% від загальної кількості населення); кількість користувачів інтернету (% від загальної кількості населення). Взявши за основу показники Світового інвестиційного звіту за 2024 рік (World investment report) [24], ми застосували абсолютні значення показників надходження/відтоку ПІП (млрд дол. США) за період 2020–2023 років.

З-поміж індексів і показників, що відібрані для аналізу, Глобальний індекс знань розраховується починаючи з 2017 року, решта мають довші часові проміжки спостережень. Проте вважаємо недоцільним брати дані за надто тривалий період часу, адже з глобальною пандемією COVID-19 процеси цифровізації в усіх країнах почали стрімко розвиватися й видозмінюватися. Тому, щоб не закладати в набір даних попередні закономірності й тенденції в розвитку цифрової зрілості країн світу, відберемо до загальної бази спостереження, починаючи з 2020 року. За будь-яких умов цих показників буде достатньо для проведення кластеризації та подальшої побудови прогнозних моделей. Адже якщо до кожного кластеру увійдуть десятки країн за кілька досліджуваних років, ми отримаємо для кожного з них більше сотні спостережень. Відповідно цього вистачить для побудови й тестування різних моделей.

Також зазначимо, що в дослідженні ми вимушені обмежитися показниками 2023 року, адже за низкою індексів останні дані є саме для цього року. Причому, як зазначалося вище, для *Індексу людського розвитку* показники взагалі обмежені 2022 роком. Тому, щоб не вилучати з аналізу 2023 рік чи цей індекс, його значення за 2022 рік повторимо для 2023 року. Те саме зробимо для *Індексу розвитку електронного урядування*, який розраховується раз на два роки (щоб не відкидати сам індекс чи непарні роки спостережень). Тож для цього індексу повторимо розрахунки за 2020 рік для 2021 року, а дані за 2024 рік використаємо при заповненні пропусків за 2023 рік. Це не викличе проблем, адже індекси для кожної країни є досить статичними і змінюються повільно. До того ж вони, так чи інакше, не є об'єктивними спостереженнями, як макроекономічні показники, а синтетичними розрахунками за певними методиками.

Отже, за переліченими вище індексами й показниками було сформовано базу даних для 127 країн світу за період 2020–2023 рр. Додамо, що коли в процесі дослідження виявиться, що деякі індекси цифрового розвитку чи макроекономічні показники не

впливатимуть на процес кластеризації країн або будуть сильно корелювати між собою, то деякі з них можуть бути вилучені з набору пояснюючих факторів.

Наступним етапом обробки первинної інформації є заповнення прогалин в усіх показниках бази даних для країн, які залишилися у вибірці, адже для алгоритмів кластеризації у вхідних даних не повинно бути пропущених значень. Загальноприйнятим рішенням цього завдання є заповнення пропущених даних за відповідним показником шляхом знаходження його середньоарифметичного значення з-поміж усіх країн в певному році [13]. Однак ставити, наприклад, для країн з низьким рівнем доходів усереднені значення по всіх країнах *Глобального індексу інновацій* чи ВВП на душу населення буде не зовсім коректно, адже це може призвести до математичного викривлення остаточних розрахунків.

Матвійчук А. і Іващенко К. [10] для вирішення цього питання пропонують взяти середні значення за певним показником не по всіх країнах світу, а за деякими групами країн, які загалом матимуть схожий рівень людського розвитку (*Human Development Index*). Проте, зважаючи на специфіку нашого завдання, ми вирішили взяти середньоарифметичні значення не за індексом людського розвитку чи по всіх країнах, що представлені у вибірці, а за окремими групами країн, які матимуть схожий показник рівня ВВП на душу населення. Відповідно, групування країн для розрахунку середньоарифметичних значень кожного пропущеного показника здійснювалось згідно класифікації Світового Банку за таким принципом: країнами з високим рівнем доходів; країни з доходами нижче середніх; країни з низьким рівнем доходів. Для країн з доходами вище середніх розрахунок середньоарифметичних значень не проводився, бо у зазначеній групі країн не було прогалин [21].

Отже, під час заповнення прогалин у *Глобальному індексі інновацій* за 2020 рік для Венесуели, Гамбії та Чаду була створена група з 15 схожими за рівнем ВВП на душу населення країн, які згідно класифікації Світового Банку належать до країн з низьким рівнем доходів: Бенін (18.13), Буркіна-Фасо (20.00), Гвінея (17.32),

Ефіопія (18.06), Мадагаскар (20.40), Малаві (21.44), Малі (19.15), Мозамбік (18.70), Непал (24.35), Нігер (17.82), Руанда (25.06), Таджикистан (22.23), Танзанія (25.57), Того (18.54), Уганда (20.54), де в дужках подано значення показника цього індексу за 2020 рік по кожній представленій країні. Отримане середньоарифметичне значення *Глобального індексу інновацій* на рівні 20.49 було взяте для заповнення пропусків для Венесуели, Гамбії та Чаду за 2020 рік. За таким принципом було вираховано середньоарифметичний показник *Глобального індексу інновацій* за 2021 (20.9), 2022 (16.7), 2023 (16.9) роки та заповнено відповідні прогалини по кожному року для зазначених країн.

У *Глобальному індексі мережевої готовності* за 2020–2023 рр. немає даних про такі країни: Бруней, М'янма, Нігер і Того. За класифікацією Світового Банку Бруней належить до країн з високим рівнем доходів, тому була сформована група з 15 схожих за рівнем ВВП на душу населення країн, а саме: Бахрейн (57.59), Греція (55.20), Естонія (70.32), Іспанія (67.31), Італія (63.69), Катар (60.25), Кіпр (60.67), ОАЕ (64.42), Польща (61.80), Португалія (64.40), Саудівська Аравія (57.97), Словаччина (60.78), Словенія (66.58), Угорщина (60.05), Чехія (66.33), де в дужках подано базисний показник зазначеного індексу по кожній представленій країні за 2020 рік. Отриманий середньоарифметичний показник індексу на рівні 62.49 був узятий для заповнення прогалини по Брунею за 2020 рік. За таким же алгоритмом було вираховано середнє арифметичне *Глобального індексу мережевої готовності* для Брунею за 2021 (63.54), 2022 (62.25), 2023 (59.61) роки та заповнено відповідні прогалини за всіма роками.

За класифікацією Світового Банку М'янма та Того належать до країн з доходами нижче середніх, тож для розрахунку *Глобального індексу мережевої готовності* було взято 15 країн з близьким рівнем ВВП на душу населення: Алжир (35.15), Ангола (20.96), Бангладеш (36.01), Бенін (32.25), Болівія (36.72), Гондурас (36.23), Зімбабве (25.78), Камбоджа (36.01), Камерун (30.44), Кот д'Івуар (31.23), Нігерія (29.85), Непал (31.81), Пакистан (33.29), Сенегал (36.90),

Танзанія (33.92), де в дужках подано базисний показник зазначеного індексу по кожній представленій країні за 2020 рік. Отриманий середньоарифметичний показник індексу на рівні 32.44 був узятий для заповнення пропуску по М'янмі та Того за 2020 рік.

Значення *Глобального індексу мережевої готовності* для М'янми й Того за 2021 рік становило 35.70, за 2022 рік – 37.28, за 2023 рік – 35.60, якими і були заповнені відповідні прогалини в кожному році. Щодо країни Нігер, яка за класифікацією МВФ належить до країн з низьким рівнем доходів, було взято показники інших 13 країн з подібним рівнем ВВП на душу населення: Буркіна-Фасо (26.63), Бурунді (20.62), Гамбія (29.76), Гвінея (28.77), Ефіопія (27.36), Мадагаскар (27.64), Малаві (29.39), Малі (28.27), Мозамбік (25.07), Руанда (38.26), Таджикистан (33.75), Уганда (31.33), Чад (20.82), де в дужках подано базисний показник зазначеного індексу кожної країни за 2020 рік.

Отримане середньоарифметичне значення на рівні 26.89 було взято для заповнення *Глобального індексу мережевої готовності* по країні Нігер за 2020 рік. За 2021 рік значення цього індексу для країни Нігер було вираховано на рівні 29.34, за 2022 рік – на рівні 30.02, а у 2023 році – 28.28.

В *Індексі розвитку електронного урядування* не було представлено даних по Гонконгу. Для заповнення прогалин ми послуговувалися даними КНР, адже державне управління в Гонконзі здійснюється органами державного апарату з материкового Китаю.

Наступним важливим етапом підготовки даних для подальшого дослідження є надання всім економічним показникам належної форми. Річ у тім, що деякі макроекономічні показники у запропонованому датасеті наведено в абсолютних значеннях, як-от загальний ВВП (млрд дол. США), надходження/відтік ПП (млрд дол. США). Коли дані представлені в абсолютній формі, то кластеризація майже гарантовано відбудеться відповідно до цих показників, без урахування коефіцієнтів, відсотків тощо, що знаходяться на низькому, майже однаковому, рівні. У такому разі групування відбуватиметься за розміром країн,

незважаючи на їх успіхи в цифровізації, інноваціях та економічній ефективності.

Отже, трансформування абсолютних значень макроекономічних показників у відносні є необхідним кроком у нашому дослідженні, оскільки це дасть змогу коректно порівнювати інформацію про країни різного економічного масштабу. Відповідно, до основної бази даних було додано два нових предиктори у відносній формі: надходження ППІ та відтік ППІ (% від ВВП). Таким чином, для кластеризації країн за групами, що характеризуватимуться схожим економічним і цифровим розвитком, буде використано базу даних, сформовану з 5 індексів цифрового розвитку та 7 відносних макроекономічних показників для 127 країн за період з 2020 по 2023 рр.

У нашому дослідженні здійснено кластеризацію країн на основі реальних значень всіх дібраних у базу даних індексів цифрового розвитку та макроекономічних показників, а також реалізовано низку експериментів щодо кластеризації на основі наборів індикаторів шляхом відкидання деяких із загального переліку. Проте поділ країн на гомогенні групи практично завжди не мав очікуваного результату, адже в переважній більшості експериментів утворювався тільки один кластер. Відтак природного розподілу між групами країн не відбувалося. Звісно, можна штучно встановити поділ усіх спостережень на задану кількість кластерів, хоч це є примусовим і не зовсім природним підходом, проте, за такого розподілу в одному кластері, поруч з розвиненими в цифровому плані країнами, могли знаходитись такі, що мають низький рівень цифрової зрілості. Це, звісно, суперечить логіці процесу кластеризації.

Подібна ситуація була описана у статті [13] про конкурентоспроможність університетів країн світу. І хоч кластеризація там проводилась на основі групи індексів однієї розмірності, що мали значення від нуля до ста і, відповідно, не потребували переведення до одної шкали через процедуру нормалізації або стандартизації, проте на цих базових значеннях індексів країни так само хаотично розподілялись за кластерами. Тож ми здійснили z-стандартизацію

всіх індексів, унаслідок чого сформувались однорідні клас-тери країн з логічним відображенням рівня конкурентоспромож-ності університетів.

Отже, у дослідженні ми скористалися подібним підходом, з урахуванням різної розмірності початкових значень індексів і макроекономічних показників. Усі ці індикатори ми піддали про-цедурі z-стандартизації.

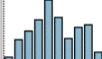
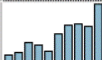
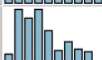
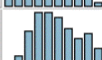
	Метка столбца	Статистика: Кол-во значений = 508				
		Гистогра...	Мин...	Макс...	Среднее	Стандартн...
1	9.0 Global Knowledge Index		-0.187	0.178	1,181102362E-5	0,08349358866
2	9.0 Human Development Index		-15.203	8.928	-3,74015748E-5	6,461403337
3	9.0 Global Innovation Index		-0.126	0.19	-1,771653543E-5	0,07432856373
4	9.0 The Network Readiness Index		-0.15	0.132	1,968503937E-6	0,06447409764
5	9.0 E-Government Development Index		-13.574	7.536	-3,937007874E-6	5,046234098
6	9.0 GDP per capita (U.S. dollars, thousand)		-0.031	0.187	1,377952756E-5	0,04029293387
7	9.0 Inflation rate (in %)		-0.001	0.129	-0,0001417322835	0,007094431418
8	9.0 Growth / drop of the total GDP (in %)		-1.074	0.502	-1,968503937E-6	0,1823534455
9	9.0 FDI inflows (in % from total country's GDP)		-0.011	0.87	1,771653543E-5	0,04484201592
10	9.0 FDI outflows (in % from total country's GDP)		-0.008	0.773	5,905511811E-6	0,04665237134
11	9.0 Unemployment rate (in % from total population)		-0.251	1.032	3,149606299E-5	0,1936537175
12	9.0 Internet users (in % from total population)		-0.098	0.045	1,771653543E-5	0,03930272036

Рис. 1. Статистичні характеристики стандартизованих показників

Джерело: побудовано самостійно автором

Перед здійсненням кластеризації країн за стандартизованими значеннями індексів і показників проведемо аналіз їх статистичних характеристик, щоб завчасно розуміти їх специфіку й закономірності. На рис. 1 наведені гістограми розподілу значень кожного показника оновленої бази даних, його мінімальне, максимальне, середнє значення та стандартне відхилення.

Рис. 1 засвідчує, що гістограми розподілу всіх п'яти індексів (перші 5 рядків на рисунку) розподілені по-різному. Тобто, ці індекси не повторюють один одного, а є певним доповненням до цифрового портрету кожної країни. Тож всі ці індекси доречно застосувати під час моделювання цифрової зрілості країн світу.

3-поміж макроекономічних показників привертають до себе увагу рівень інфляції (%), надходження ПП (% від ВВП) та відтік ПП (% від ВВП), адже вони відображають надто велику вагу найменших значень (крайній лівий стовпчик у рядках 7, 9 і 10 на рис. 1), так що інші стовпчики на цих гістограмах не відрізняються від нуля.

Якщо аналізувати кожен із цих показників, то для переважної більшості країн (503 із 508 спостережень) стандартизоване значення інфляції знаходиться в першому децилі (верхній стовпчик на рис. 2).

Із рис. 2 зрозуміло, що діапазон значень стандартизованого рівня інфляції для цього дециля складає від -0.001 до 0.012 . Це відповідає реальному значенню інфляції від -2.5% для Катару в 2020 році до 193.4% для Зімбабве в 2022 році. Вищі значення інфляції є тільки у Венесуели та Зімбабве в різні роки (аж до $2600,1\%$ для Венесуели в 2020 році). Щоб уникнути значного викривлення впливу показника інфляції на результат кластеризації країн за рівнем цифрового розвитку, відкинемо низку спостережень із надто високими значеннями інфляції – для Венесуели та Зімбабве за всі аналізовані роки (з 2020 по 2023), а також для Аргентини та Туреччини у 2022 та 2023 рр. Таким чином, максимальне значення інфляції у добірці, що залишилась, становитиме $48,4\%$ для Аргентини у 2021 році. Без цих спостережень у базі даних залишається 496 записів.

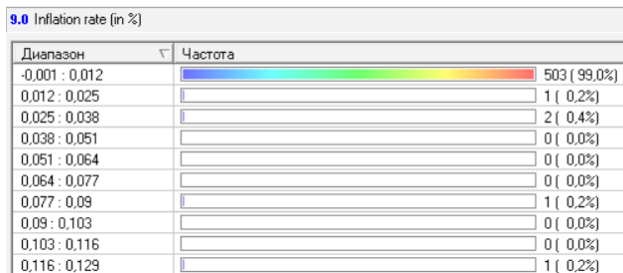


Рис. 2. Розподіл стандартизованих значень інфляції за децилями

Джерело: побудовано самостійно автором

Такий же аналіз проводимо і з показниками надходжень ППІ (% від ВВП) та відтоку ППІ (% від ВВП). Вони мають найбільші значення для Люксембургу в 2022 році – у стандартизованій формі 0.87 та 0.773, що відповідають реальним значенням 438.2 % надходжень ППІ від ВВП та 358.8 % відтоку ППІ від ВВП. Для великої кількості країн найнижчі значення близькі нулю.

Зауважимо, що якщо вилучення з бази даних низки країн з максимальним рівнем інфляції не знизить якості дослідження, адже ці країни різні за рівнем розвитку з Республікою Корея, зокрема, в аспекті цифровізації, то з показниками надходжень ППІ/відтоку ППІ (% від ВВП) ситуація може бути іншою. До категорії найбільших значень цих показників належать невеликі, зокрема високотехнологічні країни з найбільшими значеннями надходжень ППІ (% від ВВП), а саме: Гонконг (2020–2023 рр.), Кіпр (2020 р.), Люксембург та Мальта (2021–2023 рр.), Мозамбік (2021 р.) та Сінгапур (2023 р.). З-поміж зазначених найбільші показники відтоку ППІ (% від ВВП) за всі роки спостережень (2020–2023 рр.) мають Гонконг, Люксембург, Мальта та Кіпр (2020 р.).

Грунтовний аналіз показників надходжень ППІ (% від ВВП) та відтоку ППІ (% від ВВП) засвідчив велику кореляцію між ними на рівні 0,89. Тому у результаті експериментального дослідження принаймні один з них ми вилучимо з переліку факторів.

Але й потреба у відсіюванні «вилучень» за показником, що залишиться, теж буде визначатися під час проведення експериментів.

Після формування загального масиву даних, відбору переліку індексів цифрового розвитку й макроекономічних показників, підготовки додаткових відносних предикторів, заповнення прогалин у даних, проведення первинного статистичного аналізу індикаторів, стандартизації й обробки «вилучень» із даних, ми сформували базу із 496 записів по 125 країнах світу (без Венесуели й Зімбабве, що були вилучені через надмірну інфляцію) за 5 індексами та 7 макроекономічними показниками у 2020–2023 рр. У подальшому цю базу застосовуватимемо для проведення експериментів із кластеризацією та подальшому прогнозуванні показників цифрової зрілості країн, що опинилися в одному з Республікою Корея кластері.

Під час аналізу цифрового розвитку країн дослідники застосували різні методи кластеризації, що були схарактеризовані в наукових працях українських і закордонних учених [3; 12; 14; 16; 25]. Нині існує велика кількість кластеризаційних алгоритмів. У перелічених працях [17; 23] здійснено порівняльний аналіз ефективності значної кількості методів кластеризації та зниження розмірності під час розподілу об'єктів із загальної вибірки на однорідні групи. У цих публікаціях також запропоновано кількісні метрики порівняння алгоритмів та обґрунтовано найбільш ефективні методи для вирішення поставлених завдань. Однак у нашому дослідженні важливо не тільки поділити всі досліджувані об'єкти за групами, але й отримати аналітичний інструмент для визначення того, наскільки розташування в тій чи тій групі характеризує об'єкт за ознакою, що аналізується (за рівнем цифрової зрілості країни).

Зважаючи на специфіку цього дослідження для кластеризації країн ми застосували інструментарій самоорганізаційних карт Кохонена [11], які, крім формування однорідних груп досліджуваних об'єктів, забезпечують зручний інструмент візуального аналізу результатів кластеризації. Зокрема, на відміну від інших кластеризаційних алгоритмів, розташування об'єкта на карті Кохонена

засвідчує те, наскільки в нього розвинена досліджувана властивість порівняно з іншими об'єктами, адже найбільш та найменш розвинені об'єкти за аналізованим показником розташовуються у протилежних кутах карти.

Для побудови самоорганізаційних карт Кохонена в нашому дослідженні застосовано аналітичну платформу Deductor Studio Academic. Кластеризація здійснювалася за 5000 епох навчання. Функцією сусідства нейронів для процедури кооперації обрано Гаусову. Під час численних експериментів ми визначили найоптимальнішу поставленому завданню структуру карти й перелік показників оцінювання цифрової зрілості країн, за якими отримаємо найраціональнішу кластеризацію згідно критерію середньозваженої помилки квантування.

До того ж, під час вибору множини вхідних факторів основний акцент ми робили на дослідженні впливу показників надходжень ПІІ (% від ВВП) та відтоку ПІІ (% від ВВП) на результат кластеризації, адже, як зазначалось вище, ці показники не рівнозначні для різних країн. За умови вилучення обох показників надходжень ПІІ (% від ВВП) та відтоку ПІІ (% від ВВП) з переліку вхідних факторів моделі при наявності 196 спостережень було отримано чітку сегментацію карти Кохонена на 5 окремих кластерах з раціональним складом країн у кожному. Зокрема, як і передбачалося, невеликі розвинені країни (Гонконг, Люксембург та Сінгапур) потрапили до одного кластеру з Республікою Корея, причому кожна країна за всі 4 роки спостережень у вибірці (2020–2023 рр.). Це підтвердило недоречність видалення показників країн з бази даних і обумовило доцільність вилучення показників надходжень ПІІ/відтоку ПІІ (% від ВВП) з переліку вхідних факторів.

У результаті в остаточній базі даних для проведення кластеризації за рівнем цифрової зрілості залишилось 196 спостережень для 125 країн світу та 10 індикаторів: *Глобальний індекс знань*, *Глобальний індекс інновацій*, *Індекс мережевої готовності*, *Індекс розвитку електронного урядування*, *Індекс людського розвитку*, ВВП на душу населення (тис дол. США); рівень

інфляції (%); і зростання/падіння загального ВВП (%); рівень безробіття (% від загальної кількості населення); кількість користувачів інтернету (% від загальної кількості населення).

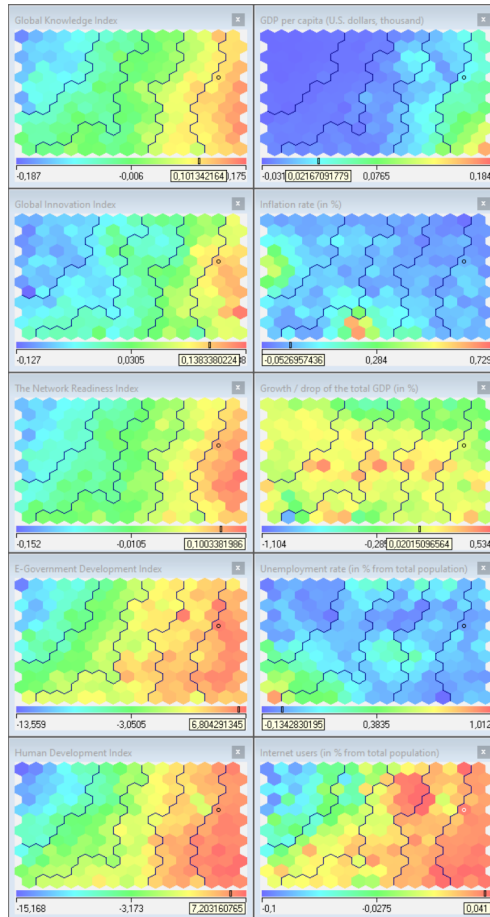


Рис. 3. Теплові карти індексів цифрового розвитку та макроекономічних показників, отримані в результаті кластеризації

Джерело: побудовано самостійно автором

Оптимальна структура карти Кохонена була представлена гексагональною решіткою розмірністю 16×12 нейронів. Теплові карти за кожним із зазначених показників, отримані в результаті класифікації країн за рівнем цифрової зрілості, зображені на рис. 3. Нумерацію п'яти отриманих кластерів наведено на рис. 4 (номер кластеру позначений на лінійці під картою Кохонена напроти відповідного кольору).

Як засвідчують рис. 3 та 4, у результаті застосування інструментарію карт Кохонена країни були згруповані в 5 послідовно розташованих кластерів. Зважаючи на специфіку інструментарію, найбільш та найменш розвинені за аналізованим показником об'єкти групуються в протилежних кутах карти.

Оскільки в одному з кутів повністю згрупувався кластер (нульовий у лівому верхньому, що можна визначити за його кольором на рис. 4), то доречно, першою чергою проаналізувати саме його, а також правий нижній кут карти, який відповідає третьому кластеру. Це дасть змогу визначити кластери країн найбільшої та найменшої цифрової зрілості й відповідно до цього проаналізувати інші кластери. Таким чином у лівому верхньому нейроні містяться спостереження за всіма досліджуваними роками для двох країн – Нігеру й Чаду. У нульовому кластері також згруппувалися такі країни, як: Ангола, Бенін, Буркіна Фасо, Бурунді, Гондурас, Камбоджа та ін. Тобто, це першою чергою, країни Африки, Латинської Америки та Індокитайського півострова, до того ж практично всі вони за період спостережень знаходяться тільки в цьому кластері.

Проаналізувавши теплові карти за всіма індикаторами можна висновкувати, що всі індекси й більшість макроекономічних показників для країн цього кластеру є низькими (позначені на рис. 3 синім кольором, відповідність яких конкретним кількісним значенням можна побачити на шкалі під картою кожного показника). Тільки два показника – рівень інфляції та зростання/падіння загального ВВП – знаходяться на середньому рівні.

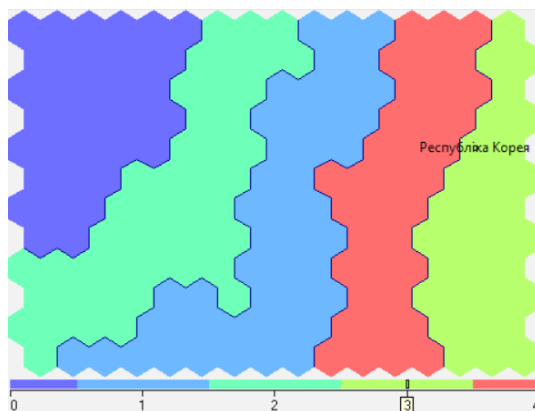


Рис. 4. Кластери країн світу, згруповані за показниками
цифрової зрілості

Джерело: побудовано самостійно автором

У протилежному, правому нижньому нейроні, знаходяться Ірландія, Люксембург і Норвегія. Повний перелік країн третього кластеру такий (наведемо його повністю, адже саме до нього потрапила Республіка Корея): Австралія, Австрія, Бельгія, Великобританія, Гонконг, Данія, Ізраїль, Ірландія, Ісландія, Канада, Люксембург, Нідерланди, Німеччина, Нова Зеландія, Норвегія, Республіка Корея, Сінгапур, США, Фінляндія, Франція, Швейцарія, Швеція і Японія. До того ж, усі ці країни представлені в означеному кластері всі роки спостережень – з 2020 по 2023 рр. Як бачимо по теплових картах на рис. 3, усі індекси цифрового розвитку, ВВП на душу населення та відсоток користувачів інтернету у країнах цього кластеру є високими, зростання/падіння загального ВВП є середніми, а інфляція та безробіття знаходяться на низькому рівні.

Із вищезазначеного зрозуміло, що нульовий кластер відповідає країнам найменшої цифрової зрілості, а третій кластер – найвищої. Саме на основі показників країн третього кластеру будемо будувати модель прогнозування цифрового розвитку Республіки Корея, куди вона була віднесена за результатами кластеризації.

Проте продовжимо аналіз країн, що потрапили до трьох інших кластерів. Так, до четвертого кластеру, що є сусіднім із кластером найбільш розвинених у цифровому аспекті країн, потрапили: Естонія, Іспанія, Італія, Катар, Китай, ОАЕ, Саудівська Аравія та ін., тобто країни Європи та Близького Сходу. Їх показники загалом схожі на найбільш розвинені за рівнем цифровізації країни, хоча з дещо нижчими значеннями індексів і ВВП на душу населення. До країн першого кластеру, що займає центральну частину карти Кохонена, належать: Бахрейн, Білорусь, Болгарія, Бразилія, В'єтнам, Греція, Іран, Кувейт, Мексика, РФ, Сербія, Україна та ін. Тобто, цей кластер представляє фактично всі географічні регіони світу та містить країни з індексами на середньому та вище середнього рівня, відносно низьким значенням ВВП на душу населення та безробіття, високим відсотком користувачів інтернету, а рівні інфляції та зростання/падіння загального ВВП розподілені від найнижчих до найвищих значень. Другий кластер, найближчий до менш розвинених у цифровому аспекті країн, складають, здебільшого, країни Африки, Латинської Америки, Азії, зокрема Азербайджан, Алжир, Бангладеш, Єгипет, Індія, Індонезія, Південна Африка та ін. Усі індекси знаходяться на середньому рівні, ВВП на душу населення та інфляції низькі, зростання/падіння загального ВВП та відсоток користувачів інтернету від середнього й вище, а рівень безробіття в країнах цього кластеру відповідає низьким і найбільшим значенням.

Таким чином, у результаті кластеризації країн світу за набором ознак, що встановлюють їх рівень цифровізації, визначено окремі групи країн, схожих між собою за цими показниками. Згідно із запропонованим методологічним підходом далі зосередимо увагу на побудові прогностичних моделей дослідження цифрової зрілості Республіки Корея на основі показників країн, які потрапили до одного з нею кластера. Як було визначено, до цього кластеру належать 23 країни (досліджувані роки – з 2020 по 2023 рр.). Таким чином, загальна база даних для країн цього кластера складається з 92 спостережень.

Під час побудови моделей дослідження цифрової зрілості необхідно, перш за все, обрати індикатор, який найбільш повно визначатиме цю характеристику. Безперечно, це не може бути один із макроекономічних показників. Його необхідно обирати з-поміж індексів цифрового розвитку.

На початку дослідження ми провели аналіз найбільш релевантних індексів і для проведення процедури кластеризації дібрали 5 із них, урахувавши їх відповідність завданню дослідження цифрової зрілості і повноту представлення країн світу. Проте ми не взяли до уваги найбільш відповідний цьому завданню Світовий рейтинг цифрової конкурентоспроможності через значно меншу кількість країн, представлених у ньому (від 63 у 2017 році до 64 у 2023 році). Однак порівняльний аналіз країн, що потрапили до одного з Республікою Корея кластера, із списком країн у Світовому рейтингу цифрової конкурентоспроможності засвідчив, що всі вони представлені в означеному рейтинзі. Відповідно, у нас з'являється можливість побудови моделей прогнозування Індексу цифрової конкурентоспроможності на основі низки інших індексів і макроекономічних показників за зразком країн одного з Республікою Корея кластера.

Також ми можемо повернути до бази даних відкинуті на етапі кластерного аналізу показники надходжень ППІ (% від ВВП) та відтока ППІ (% від ВВП). Проте додавання обох цих показників до моделі є недоречним через високу кореляцію між ними, що призведе до прояву явища мультиколінеарності. У результаті здійснення низки експериментів ми вирішили залишити показник надходжень ППІ (% від ВВП), що сприятиме підвищенню аналізованих показників точності прогнозування на навчальних і тестових даних (для тестової вибірки F-критерій збільшився з 24.8 до 27.11 порівняно з повним набором показників).

При цьому ми вирішили вилучити з переліку пояснюючих змінних моделі *Індекс розвитку електронного урядування*, щоб не вносити дисбаланс у результати моделювання, адже він розраховується раз на 2 роки, а в інші роки ми його

продублювали (для кластеризації це не було проблемою, але під час прогнозування може суттєво викривляти точність результатів).

Також варто зауважити, що під час прогнозування остаточного показника (*Індексу цифрової конкурентоспроможності*) недоречно брати значення пояснюючих змінних цього ж року, адже втрачається сенс прогнозування (одночасно із вхідними факторами вже відома і прогнозна змінна). Тож доцільно здійснювати прогноз *Індексу цифрової конкурентоспроможності* від набору пояснюючих змінних з інтервалом принаймні в один рік – остаточна змінна за 2021 рік, а вхідні індикатори за 2020 рік, прогноз на 2022 рік на основі даних 2021 року, а 2023 – на даних 2022.

Таким чином, із чотирьох досліджуваних років для прогнозування ми втрачаємо один рік – 2020. Звісно, можна розширити базу даних попередніх років, але, як зазначалось вище, у дослідженні ми прагнемо уникнути впливу на результати прогнозування «доковідних» часів, адже розвиток цифрових технологій з 2020 року зазнав досить серйозних змін. Проте у нас є можливість додати для прогнозування спостереження за *Індексом цифрової конкурентоспроможності* у 2024 році, адже вже є в доступі *IMD Світовий рейтинг цифрової конкурентоспроможності 2024* [7], прогнозуючи його на основі значень обраних індикаторів за 2023 рік. Тож в базі даних для прогнозування так і залишиться 96 спостережень (дані яких наведені в додатку А).

Зазначимо, що для побудови й тестування регресійних моделей 92 спостережень буде достатньо, проте такого обсягу даних замало для побудови більш складних, наприклад, нейромережових моделей. Зважаючи на це, під час вибору типу моделі зупинимось на лінійній регресії, що дасть змогу виявляти лінійну функціональну залежність між значеннями індексів цифрового розвитку й макроекономічних показників кожної країни та її *Індексом цифрової конкурентоспроможності* наступного року. Інші типи регресійних моделей немає потреби розглядати, адже наша база даних містить панельні дані, а не часові проміжки.

У процесі побудови моделі, перш за все, виникає питання поділу загальної бази даних на навчальну й тестову вибірки, щоб можна було дослідити здатність моделі узагальнювати приховані закономірності на нових для неї даних, а не тільки адаптуватися під значення, на яких вона «навчається». Оскільки основною країною нашого дослідження є Республіка Корея, то її відразу подамо в тестовій вибірці. Також до неї додамо інформацію про дві останні країни в базі даних – Швеція та Японія. Таким чином, у тестовій вибірці буде зафіксовано 12 спостережень, а навчання проводитиметься на 80 записах бази даних.

Зазначимо, що ми зумисне не скористалися підходом до випадкового розподілу загальної вибірки на навчальну й тестову, щоб не тільки гарантувати потрапляння в тестову базу інформації про Республіку Корея, але й щоб усі моделі тестувалися в однакових умовах, а показники ефективності не залежали від випадкового вибору країн, які краще піддаються прогнозуванню. Крім того, значення *Індексу цифрової конкурентоспроможності* цих країн покривають практично весь діапазон його можливих значень – від 68,1 (для Японії у 2024 році) до 99,81 (для Швеції у 2022 році). Це дасть змогу відстежити, чи модель здатна однаково ефективно прогнозувати як низькі, так і середні, чи лише високі рівні *Індексу цифрової конкурентоспроможності*.

Під час вибору ефективнішої моделі прогнозування цифрової зрілості країн залишається визначити остаточний комплекс факторів. Ми вирішили застосувати три базові підходи – це побудова моделей на повному наборі вхідних показників, застосування методу прямого додавання та методу зворотного видалення факторів. Порівняння ефективності моделей здійснюватимемо за F-критерієм на тестовій вибірці.

Тож перша модель прогнозування *Індексу цифрової конкурентоспроможності*, побудована на основі повного набору вхідних факторів з 5 індексів цифрового розвитку (без *Індексу розвитку електронного урядування*, проте з урахуванням *Індексу цифрової конкурентоспроможності* попереднього року) та 6 макроекономічних показників (без відтоку ПІІ), набуває вигляду:

$$y(t+1) = -66.808 + 0.765 \cdot y(t) + 0.114 \cdot x_1(t) - 0.080 \cdot x_2(t) + \\ + 0.468 \cdot x_3(t) + 60.215 \cdot x_4(t) - 0.031 \cdot x_5(t) - 0.280 \cdot x_6(t) + \\ + 0.388 \cdot x_7(t) + 0.327 \cdot x_8(t) - 0.080 \cdot x_9(t) + 0.015 \cdot x_{10}(t), \quad (1)$$

де $y(t)$ – Індекс цифрової конкурентоспроможності в t -му році;

$x_1(t)$ – Глобальний індекс знань у t -му році;

$x_2(t)$ – Глобальний індекс інновацій у t -му році;

$x_3(t)$ – Індекс мережевої готовності у t -му році;

$x_4(t)$ – Індекс людського розвитку в t -му році;

$x_5(t)$ – ВВП на душу населення у t -му році (тис. дол. США);

$x_6(t)$ – рівень інфляції у t -му році (%);

$x_7(t)$ – зростання/падіння загального ВВП у t -му році (%);

$x_8(t)$ – рівень безробіття в t -му році (% від загальної кількості населення);

$x_9(t)$ – кількість користувачів інтернету в t -му році (% від загальної кількості населення);

$x_{10}(t)$ – надходження ПШ у t -му році (% від ВВП).

Другу модель прогнозування *Індексу цифрової конкурентоспроможності*, ми отримали застосовуючи метод прямого додавання факторів (Forward Selection). Вона представлена рівнянням:

$$y(t+1) = -16.609 + 0.731 \cdot y(t) + 0.519 \cdot x_3(t) + 0.288 \cdot x_7(t). \quad (2)$$

Друга регресійна модель прогнозування *Індексу цифрової конкурентоспроможності*, що побудована із застосуванням методу зворотного видалення факторів (Backward Elimination), набуває вигляду:

$$y(t+1) = -12.798 + 0.749 \cdot y(t) + 0.461 \cdot x_3(t) \\ - 0.316 \cdot x_6(t) + 0.350 \cdot x_7(t). \quad (3)$$

Показники ефективності всіх трьох моделей зведені в табл. 1, а візуальне відображення прогнозування на основі цих моделей на навчальній і тестовій вибірках відображені на рис. 5 і 6, відповідно.

Таблиця 1

**Тестування моделей прогнозування
Індексу цифрової конкурентоспроможності Республіки Корея**

Модель (за типом відбору факторів)	F-критерій	Коефіцієнт детермінації
1 – з повним набором факторів	27.11	0.814
2 – за методом прямого додавання факторів	93.93	0.788
3 – за методом зворотного видалення факторів	74.05	0.798

Джерело: побудовано самостійно автором

Як бачимо з табл. 1, усі три отримані моделі прогнозування *Індексу цифрової конкурентоспроможності* виявилися значущими. Коефіцієнти детермінації всіх моделей знаходяться фактично на однаковому рівні, проте F-критерій у другій моделі, що отримана в результаті застосування методу прямого додавання факторів, є значно вищим за інші прогностні моделі. Візуалізуємо результати прогнозування *Індексу цифрової конкурентоспроможності* Республіки Корея на навчальній і тестовій вибірці із застосуванням означених трьох моделей (рис. 5 і 6).

Як засвідчує рис. 5, всі три моделі досить точно відтворюють реальні значення *Індексу цифрової конкурентоспроможності* країн навчальної вибірки, до того ж їх розрахунки практично збігаються між собою. І що вкрай важливо, ці моделі виявились ефективними в узагальненні закономірностей та продемонстрували високу точність прогнозування *Індексу цифрової конкурентоспроможності* на тестових даних (на яких моделі не навчались) трьох країн, зокрема, Республіці Корея, що можна бачити на рис. 6. Це дає підстави обрати другу модель (2), побудовану за методом прямого додавання факторів, як найефективнішу під час прогнозування *Індексу цифрової конкурентоспроможності* Республіки Корея.

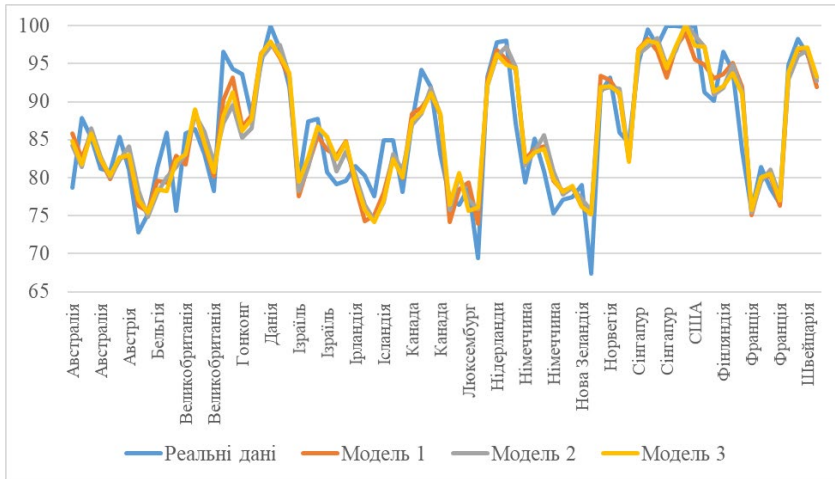


Рис. 5. Відтворення значень Індексу цифрової конкурентоспроможності країн з навчальної вибірки

Джерело: побудовано самостійно автором

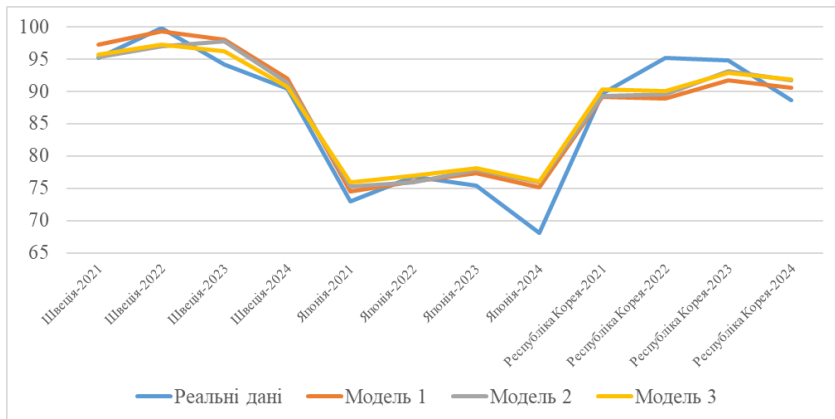


Рис. 6. Прогнозування Індексу цифрової конкурентоспроможності країн із тестової вибірки, включно з Республікою Корея

Джерело: побудовано самостійно автором

Зважаючи на результати кількісного та візуального аналізів ефективності побудованих прогнозних моделей, можемо зробити висновок щодо адекватності застосованого методологічного підходу до моделювання цифрової зрілості Республіки Корея, який полягає в кластеризації країн світу за показниками цифрового розвитку та подальшому прогнозуванні *Індексу цифрової конкурентоспроможності* на даних країн, що потрапили до одного кластеру з Республікою Корея.

Висновки. Дослідження індексів цифрової економіки, які були розроблені провідними міжнародними організаціями та науководослідними інститутами, підтверджує високий рівень цифрової зрілості Республіки Корея. У 2023 році в *Глобальному індексі знань* вона посіла 17 місце з-поміж 133 країн; у *Глобальному індексі інновацій* – 10 місце з-поміж 132 країн; в *Індексі розвитку ІКТ* – 15 місце з-поміж 169 країн; у *Світовому рейтингу цифрової конкурентоспроможності* – 6 місце з-поміж 64 країн; в *Індексі мережевої готовності* – 7 місце серед 134 країн; у *Глобальному індексі кібербезпеки* у 2024 році Республіка Корея здобула 1 місце з-поміж 194 країн. Зазначені індекси цифрової економіки комплексно характеризують Республіку Корея за рівнем розвитку ІКТ, людського капіталу, цифрової інфраструктури, фінансового ресурсу, вищої освіти, доступу до технологій, бізнес-середовища, державної політики та інших важливих складників.

Загалом, лідерські позиції в індексах цифрової економіки займають розвинені країни з високим рівнем ВВП на душу населення переважно Європейського та Північно-Американського континентів. З-поміж провідних цифрових країн-лідерів з великими економіками можна виокремити США, Японію, Німеччину, Великобританію, Республіку Корея та Швейцарію. Високі рейтинги в індексах цифрової економіки займають скандинавські країни та дрібні офшорні країни-території з невеликою кількістю населення (Люксембург, Сінгапур, Кіпр). Значного прогресу у наведених індексах за останні п'ять років досягла низка країн Близького Сходу (ОАЕ, Саудівська Аравія, Катар, Бахрейн). Економіки

досліджуваних країн, що ґрунтуються на економіці знань, ДіР, інноваціях, передових технологіях Індустрії 4.0, зможуть реалізувати конкурентні переваги в глобальній цифровій економіці, забезпечуючи їм довготривале економічне зростання та високий рівень ВВП на душу населення.

Доцільність проведення кластеризації аргументована тим, що часові проміжки спостережень за показниками цифрової зрілості окремих країн є досить короткими. До того ж, з глобальною пандемією COVID-19 процеси цифровізації в усіх країнах почали стрімко розвиватись і видозмінюватись, що призвело до нерелевантності попередніх тенденцій нинішнім умовам. Тому, щоб не закладати в набір даних попередні закономірності розвитку цифрової зрілості країн світу, до загальної бази даних ми взяли спостереження, починаючи з 2020 року. Зрозуміло, що на декількох роках спостережень за окремою країною неможливо побудувати адекватну модель, тим більше протестувати її. Відповідно, у межах запропонованого методологічного підходу здійснюється кластеризація країн світу за набором ознак, що мають значення в контексті досліджуваної проблеми, для формування окремих груп країн, гомогенних між собою за даними показниками. Це забезпечило можливість побудови прогнозних моделей дослідження цифрової зрілості Республіки Корея на даних тих країн, що потрапили з нею до одного кластера. Побудовані таким чином моделі прогнозування *Індексу цифрової конкурентоспроможності* продемонстрували високу ефективність та, відповідно, підтвердили адекватність методологічного підходу і можливість його прикладного застосування для моделювання цифрової зрілості Республіки Корея.

Список використаних джерел

1. Петько С. М. Республіка Корея в індексах цифрової економіки. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2022. Вип. 1 (01). С. 66–73. DOI: 66–73. <https://doi.org/10.32782/dees.1-11>
2. Петько С. М. Цифровий прорив Республіки Корея у сфері державного урядування. *Економіка та суспільство*. 2022. Вип. 42.

URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/1660/1597> (дата звернення: 10.04.2025).

3. Androniceanu A., Georgescu I., Kinnunen J. Digitalization Clusters within the European Union. *Proceedings of the 33rd International Business Information Management Association Conference (Granada, Spain 10–11 April, 2019)*. IBIMA. Spain. 2019, P. 1321–1331. URL: <https://ibima.org/accepted-paper/digitalization-clusters-within-the-european-union/> (Last accessed: 10.04.2025).

4. Global Innovation Index 2023: Innovation in the face of uncertainty. 16th edition / Editors : S. Dutta, B. Lanvin, L. Rivera León, S. Wunsch-Vincent // World Intellectual Property Organization (WIPO). Geneva : WIPO. 2023. 250 p. DOI: 10.34667/tind.48220

5. Global Knowledge Index 2023 / The United Nations Development Programme Regional Bureau for Arab States, Mohammed Bin Rashid Al Maktoum Knowledge Foundation. Printed at Al Ghurair Dubai, UAE. 2023. 470 p.

6. Human Development Index (HDI) 1990–2022 / Human Development Reports. United Nations Development Programme. URL: <https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index#/indicies/HDI> (Last accessed: 10.04.2025).

7. IMD World Digital Competitiveness Ranking 2024 / Institute for Management Development. Switzerland, Lausanne. 2024. 214 p. DOI: <https://imd.widen.net/s/xvhldkrrkw/20241111-wcc-digital-report-2024-wip>

8. International Institute for Management Development (IMD). Swiss-based foundation. Official Site. Lausanne. URL: <https://www.imd.org> (Last accessed: 10.04.2025).

9. International Monetary Fund Data Portal. URL: <https://www.imf.org/en/Data> (Last accessed: 10.04.2025).

10. Ivashchenko K., Matviychuk A. Cluster Modelling of Labour Resources Employment in the Context of Globalisation. *International Economic Policy*. 2023. No. 2 (39). P. 164–192. DOI: <https://doi.org/10.33111/iep.eng.2023.39.08>

11. Kohonen T. Self-Organizing Maps. 3rd Edition. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 2001. 501 p.
12. Kolot A., Herasymenko O., Shevchenko A., Ryabokon I. Employment in the coordinates of digital economy: current trends and foresight trajectories. *Neuro-Fuzzy Modeling Techniques in Economics*. 2022. No. 11. P. 78–123. DOI: <http://doi.org/10.33111/nfmte.2022.078>
13. Lukianenko D. H., Matviychuk A. V., Lukianenko L. I., Dvornyk I. V. University competitiveness in the knowledge economy: a Kohonen map approach. *CEUR Workshop Proceedings*. 2023. Vol. 3465. P. 236–250. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3465/paper23.pdf> (Last accessed: 10.04.2025).
14. Lukianenko D., Simakhova A. Artificial Intelligence in the Scientific and Technological Paradigm of Global Economy. *Problemy Ekorozwoju*. 2024. No. 19 (2). P. 55–65. DOI: <https://doi.org/10.35784/preko.6256>
15. Matviychuk A., Lukianenko O., Miroshnychenko I. Neuro-fuzzy model of country's investment potential assessment. *Fuzzy Economic Review*. 2019. Vol. 24. No. 2. P. 65–88. DOI: <https://doi.org/10.25102/fer.2019.02.04>
16. Pernici A., Stancu S. Performing Different Clustering Methods for Mapping the European Union Member States using Green Energy, Digitalization, and R&D Indicators. In K. Arai (Eds). *Lecture Notes in Networks and Systems*. Vol. 739. *Intelligent Computing* (SAI 2023). 2023. P. 440–461. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-37963-5_31
17. Poznyak S., Kolyada Y. Comparative analysis of the effectiveness of dimensionality reduction algorithms and clustering methods on the problem of modelling economic growth. *Neuro-Fuzzy Modeling Techniques in Economics*. 2023. No. 12. P. 67–110. DOI: <http://doi.org/10.33111/nfmte.2023.067>
18. The Network Readiness Index 2023. Trust in a Network Society: A crisis of the digital age? 5th edition / Editors : S. Dutta, B. Lanvin / Portulans Institute / 2023. 284 p.
19. The World Bank. Individuals using the Internet. URL: https://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.USER.ZS?most_recent_value_desc=true (Last accessed: 10.04.2025).

20. The World Bank Open Data. URL: <https://data.worldbank.org> (Last accessed: 10.04.2025).

21. The World by Income and Region / The World Bank. URL: <https://datatopics.worldbank.org/world-development-indicators/the-world-by-income-and-region.html> (Last accessed: 10.04.2025).

22. United Nations E-Government Survey 2024. Accelerating Digital Transformation for Sustainable Development (with the addendum on Artificial Intelligence) / Department of Economic and Social Affairs. *United Nations. New York*. 2024. 205 p.

23. Velykoivanenko H., Korchynskyi V. Application of Clustering in the Dimensionality Reduction Algorithms for Separation of Financial Status of Commercial Banks in Ukraine. *Universal Journal of Accounting and Finance*. 2022. No. 10 (1). P. 148–160. DOI: <http://doi.org/10.13189/ujaf.2022.100116>

24. World Investment Report 2024. Investment facilitation and digital government / United Nations. United Nations Conference on Trade and Development. New York (USA). 2024. 189 p.

25. Yanzhi Zhang, Guoping Zhuang, Haiyang Lv., Qinghua Li. Research on Adaptive Intelligent Decision Algorithm in Industry 4.0 Digital Economy and Management Transformation Based on Clustering Algorithm. *Tehnički vjesnik*. 2024. No. 31 (3). P. 870–880. DOI: <https://doi.org/10.17559/TV-20231205001174>

РУДЕНКО Юлія Олександрівна,

доктор педагогічних наук, доцентка,
доцентка кафедри кібернетики та інформатики,
Сумський національний аграрний університет,
м. Суми, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3162-1216>

ПІВТОРАЙКО Віктор Володимирович,

доктор філософії (PhD), старший викладач кафедри
захисту рослин ім. доц. Мішньова А. К.,
Сумський національний аграрний університет,
м. Суми, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0179-8646>

АГАДЖАНОВА Світлана Володимирівна,

кандидат технічних наук, доцентка,
завідувачка кафедри кібернетики та інформатики,
Сумський національний аграрний університет,
м. Суми, Україна

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0486-3511>

1.2. АНАЛІЗ АГРОНОМІЧНИХ ДАНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ ORANGE DATA MINING: ІНСТРУМЕНТИ ТА МЕТОДИ ДЛЯ АГРОБІЗНЕСУ

Вступ. Зростання світових потреб у продуктах харчування та посилення впливу кліматичних змін на сільське господарство вимагають переходу аграрних підприємства до точного землеробства, яке базується на аналізі великих даних та побудові математичних моделей для оцінки впливу різних факторів на врожайність культур. Структуровані і неструктуровані інформаційні масиви потребують цифрових методів автоматизації та аналітики, тому у сучасному аграрному бізнесі аналітика даних набуває ключового значення. Завдяки цифровим аналітичним платформам працівники агропідприємств можуть приймати обґрунтовані рішення щодо посівів, удобрення, зрошення тощо. Саме для таких завдань

розроблена безкоштовна візуальна платформа Orange Data Mining, яка дає змогу аналізувати великі обсяги аграрних даних без спеціалізованих знань програмування.

Виклад основних результатів дослідження. Український агробізнес, як і вся світова агрономічна спільнота, активно впроваджують сучасні IT-рішення та технології у агрономічну сферу для підвищення продуктивності, якості врожайності, контролю та управління агрономічними процесами. Чисельна кількість наукових праць, присвячених дослідженню ефективності інформаційних систем у сільському господарстві підтверджують таке твердження.

Серед іноземних доробків акцентуємо увагу на праці групи авторів [8], які розглядають розробку ефективного сховища даних для прогнозування врожайності сільськогосподарських культур, використовуючи сучасні інформаційні та комунікаційні технології. Вчені наголошують, що до головних ресурсів агробізнесу, як-то земля, праця, техніка, будівлі, сорти культур та породи тварин додається важливий ресурс – інформація. Інноваційну масштабовану систему машинного навчання для прогнозування врожайності сільськогосподарських культур до початку сезону, без використання даних NDVI пропонують для впровадження Р. Канха та інші [6]. Автоматизовану систему зрошення, що базується на штучному інтелекті та Інтернеті речей (IoT) описано в [7].

Відповідає таким вимогам цифрова платформа для аналітики Orange Data Mining. Її дієвість у різних галузях доведена у вітчизняних [1], [2] і закордонних працях [4], [6]. Так, у науковому доробку Дж. Каладо описано методи аналізу структурованих і неструктурованих даних в державних установах, у праці З. Добезової розглядаються методи інтелектуального аналізу для різних видів фінансових, комерційних завдань. Зважаючи на універсальність і ефективність використання зазначених методів за допомогою інструменту Orange Data Mining доцільно його використання висвітлити і поширити у агрономічній сфері.

У підтвердження такої думки нами було проведено опитування працівників аграрного сектору (аграрні підприємства Сумської

області), яке дозволило з'ясувати стан аналітичної роботи, її особливості та потреби у аналітичних сервісах. Кількість опитаних – 43.

Респонденти зазначили, що у повсякденній роботі вони аналізують такі дані: врожайність, стан ґрунту, погодні умови, кількість та якість добрив, фінансові показники та інше. Дані для аналізу збираються щодня, але здебільшого опрацьовуються за допомогою офісних програм без застосування спеціалізованих сервісів (69 %). На запитання «Як би Ви оцінили поточний рівень цифровізації вашого господарства?» (1 – повністю ручний збір даних, 5 – повна автоматизація) середня оцінка склала 2,3 бали. Водночас, майже 100 % працівників агросфери зазначили, що потребують цифрових аналітичних інструментів і додаткових знань та навичок у їх застосуванні.

Тому вважаємо актуальним розглянути універсальні цифрові сервіси, що дозволяють здійснювати аналіз даних в агрономічній сфері.

Спираємося на визначення аналізу даних, як поєднання математичних алгоритмів і сучасних досягнень у сфері інформаційних технологій, що дає змогу видобувати цінну інформацію з наявних даних і приймати обґрунтовані, ефективні рішення [11]. Основні задачі, що вирішуються за допомогою аналізу даних в агробізнесі, охоплюють широкий спектр завдань, спрямованих на підвищення ефективності виробництва, оптимізацію ресурсів та зниження ризиків. Зокрема, вирішуються задачі класифікації (виявлення ознак, за якими можна класифікувати культури, типи ґрунтів, рівень врожайності, стан рослин тощо); кластеризації (групування схожих об'єктів для застосування спільних агротехнічних підходів або стратегій вирощування); асоціації (знаходження залежностей між аграрними процесами і результатами); прогнозування (оцінка і прогноз майбутньої врожайності, попит на продукцію, оптимальні строки сівби, захисту рослин або збирання урожаю на основі історичних і поточних даних).

Сьогодні на IT-ринку представлений широкий спектр цифрових платформ для реалізації зазначених завдань. Серед них платформи KNIME, Orange, WEKA та інші. Вибір конкретного

інструменту залежить від типу і обсягу даних, цілей аналізу, вимог користувача, а також вартості та функціональних можливостей програмного забезпечення. Для працівників агрономічної сфери особливо важливими є відкритість коду, зручність у використанні та наочність.

Саме ці переваги поєднує у собі платформа Orange Data Mining, розроблена у Люблянському університеті (Словенія) в лабораторії біоінформатики [10]. Цифровий інструмент Orange призначено для візуальної аналітики та роботи з даними. Він містить аналітичні інструменти та методи машинного навчання. Його основна мета – зробити складні методи аналізу доступними для користувачів без глибоких знань у програмуванні чи статистиці. Orange побудований на базі мови програмування Python, що дозволяє комбінувати візуальне програмування з написанням власного коду для реалізації складніших аналітичних сценаріїв. Також Orange може працювати як бібліотека в Python, що дає змогу імпортувати його функціональність безпосередньо у власні Python-проекти [9].

Інтерфейс Orange має вигляд полотна (Canvas), на яке користувач розміщує віджети (окремі модулі, що виконують певні функції у межах робочого процесу), будуючи логічний ланцюжок для аналізу даних (рис. 1). Основні вбудовані категорії віджетів: Data – завантаження, фільтрація та обробка даних, доступ до навчальних наборів; Transform – перетворення таблиць з даними, Visualize – інструменти для візуалізації одновимірних та багатовимірних даних, Evaluate – методи оцінки моделей, Model – алгоритми аналізу даних; Unsupervised – машинне навчання.

У разі потреби до платформи Orange можуть бути додані додаткові віджети для аналізу даних, зокрема Associate, Image Analytics, Network, Text Mining, Time Series та інші [9; 10]. Користувач має змогу інтерактивно працювати з візуалізаціями, а також поєднувати вибрані дані між різними віджетами.

Для агрономічної галузі характерне інтенсивне накопичення інформаційних масивів, тому сервіс Orange Data Mining може суттєво допомагати у їх аналізі. Наведемо алгоритми аналізу і типові завдання, які можна вирішувати за їх допомогою у середовищі сервісу.

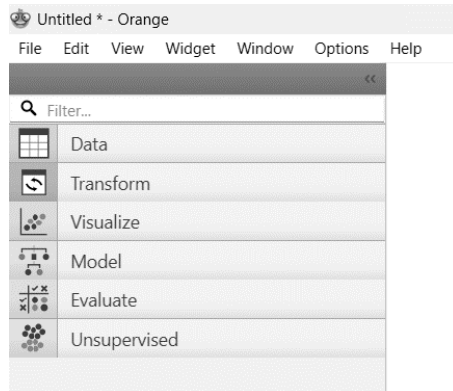


Рис. 1. Модулі платформи Orange Data Mining

Джерело: авторська розробка

Алгоритми кластеризації. Для алгоритмів кластеризації в Orange Data Mining призначені вбудовані віджети K-Means, Hierarchical Clustering, DBSCAN, Silhouette Plot, t-SNE, Data Table, Scatter Plot. Ці віджети дозволяють виконувати повний цикл клас-теризації: від підготовки даних, вибору алгоритму, навчання моделі, до оцінки якості та візуалізації результатів [9]. Серед задач, що вирі-шуються в агрономії за допомогою кластеризації виокремимо:

- групування господарств (ділянок), за рівнем продуктив-ності (врожайності) для цілеспрямованого розподілу ресурсів;
- об'єднання територій за рівнем забруднення, пошкоджень від бойових дій або кліматичних умов (дослідження зі супутнико-вими даними);
- кластеризація агропідприємств за географічною близькістю для скорочення витрат на транспортування.

Алгоритми класифікації. Для алгоритмів класифікації в Orange Data Mining застосовуються віджети Logistic Regression, Random Forest, Neural Network, Tree та інші. За їх допомогою можна вирі-шити такі типові задачі:

- розпізнавання типів ґрунтів або культур для автоматизації аналізу даних про ґрунт;

- класифікація продукції до категорій якості;
- класифікація зерна, овочів за ступенем дозрівання, розміром, наявністю дефектів;
- аналіз зображень листя або плодів для виявлення ознак захворювань та пошкоджень фітофагами;
- прогнозування і оцінка ризиків від пошкодження чи ураження рослин шкідливими організмами на основі погодних умов, фітосанітарного стану агроценозу та історії застосування захисних заходів;
- прогнозування і оцінка врожайності залежно від типу та стану ґрунту, кліматичних умов тощо;
- аналіз впливу норм добрив на продуктивність рослин;
- класифікація територій на придатність до вирощування певних видів сільськогосподарських культур.

Поєднання алгоритмів дозволяє всебічно аналізувати дані і приймати обґрунтовані рішення. Наприклад, кластеризація + прогнозування дозволяє згрупувати ділянки за рівнем врожайності з подальшим прогнозуванням їх використання; логістична регресія + класифікація може допомогти визначити ймовірність ураження фітопатогенами та пошкодження комахами-фітофагами (логістична регресія) з подальшою класифікацією типів шкідливих організмів.

Платформа підтримує імпорт даних у різних форматах, зокрема .csv та .xls і забезпечує автоматизує збір і обробку даних, формування звітів у вигляді таблиць та графіків. Типовий покроковий процес, що дозволяє проводити аналітичні дослідження:

1. Імпорт даних. Orange підтримує завантаження даних із різних джерел і форматів (CSV, Excel, бази даних, веб-ресурси), що дозволяє агропідприємствам імпортувати дані про добрива, врожайність, погодні умови тощо.

2. Попередня обробка даних. За допомогою вбудованих інструментів платформи можна автоматично очищувати дані, заповнювати пропуски, нормалізувати показники, а також трансформувати їх у потрібний формат для аналізу.

3. Аналіз і візуалізація. Orange має модулі для статистичного аналізу, кластеризації, прогнозування та машинного навчання, які дозволяють виявляти закономірності і тренди у даних. Результати аналізу можна виводити у вигляді інтерактивних таблиць, графіків і діаграм.

4. Автоматичне формування звітів. Платформа дозволяє налаштувати шаблони звітів, які автоматично оновлюються при зміні вхідних даних. Звіти можуть містити таблиці з ключовими показниками, порівняннями, відсотковими змінами, що полегшує прийняття рішень.

5. Інтерактивність і адаптивність. Користувачі можуть самостійно фільтрувати і сортувати дані у таблицях, змінювати параметри аналізу в реальному часі, що робить процес прийняття рішень більш гнучким і оперативним.

6. Експорт і інтеграція. Звіти і таблиці можна експортувати у популярні формати (Excel, PDF) для подальшого використання або інтегрувати з іншими системами управління агробізнесом.

Продемонструємо застосування платформи на прикладі Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН. Здійснимо розв'язування задачі щодо прогнозування врожайності культурних рослин та моделювання її залежностей від впливу певних кліматичних умов, стану ґрунту, типу ділянки тощо. Поставлену задачу буде вирішено за допомогою лінійної регресії, оскільки цей метод дозволяє кількісно оцінити вплив кожного фактора на цільову змінну (врожайність), забезпечує простоту інтерпретації результатів та є оптимальним вибором для початкового аналізу лінійних взаємозв'язків між параметрами. У дослідженні використано базу даних науково-дослідного інституту, яка містить багаторічні відомості про урожайність та сортові характеристики деяких сільськогосподарських культур. Дані подано у форматі електронної таблиці з розширенням «.xlsx», яка включає 89 рядків та 6 стовпчиків. Файл охоплює статистичну інформацію за період 2021–2024 років.

У табл. 1 представлено кроки вирішення завдання та віджети, що дозволяють їх реалізувати.

Таблиця 1

**Алгоритм вирішення завдання
лінійної регресії на платформі Orange**

Крок	Дія	Віджети
1	Завантаження даних у Orange (файл. csv або. xlsx).	File
2	Налаштування цільової змінної («Врожайність»).	Edit Domain
3	Аналіз даних (виявлення пропущених значень, структурування даних).	Data Table, Distributions, Box Plot
4	Вибір моделі лінійної регресії.	Linear Regression
5	Оцінка точності для автоматичного поділу даних (cross-validation).	Test & Score
6	Прогнозування для перегляду передбаченої врожайності.	Predictions
7	Аналіз результатів, візуалізація прогнозованих значень.	Scatter Plot, Line Plot, Data Table

Джерело: авторська розробка

Модель застосування віджетів відповідно до наведеного у таблиці алгоритму представлена на рис. 2.

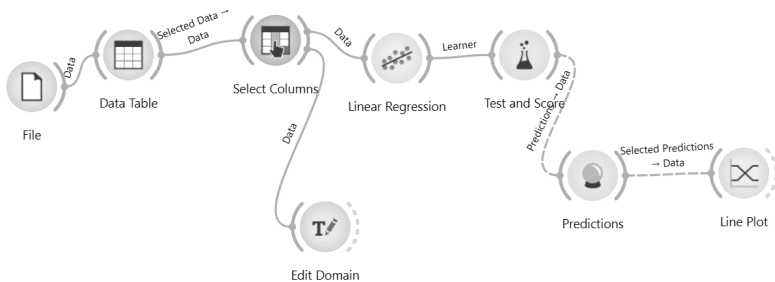


Рис. 2. Модель з віджетів для лінійної регресії

Джерело: авторська розробка

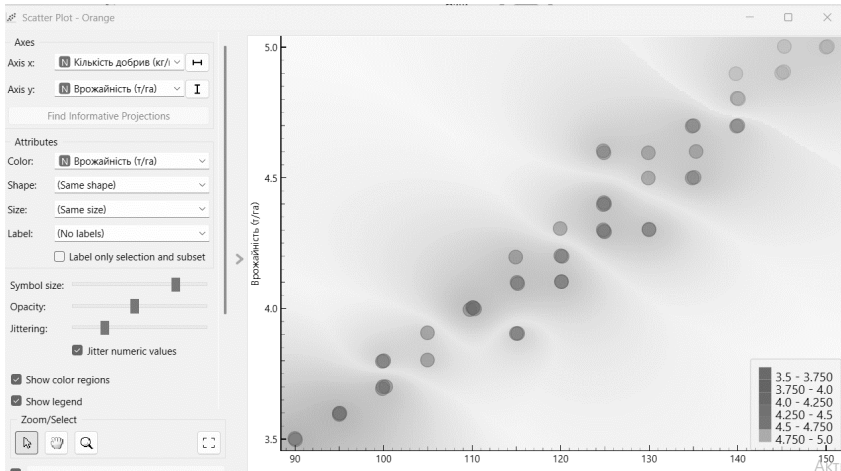


Рис. 3. Віджет Scatter Plot для візуалізації моделі

Джерело: авторська розробка

Кожний віджет дозволяє переглянути і інтерпретувати поточний крок регресійного аналізу, а віджет Scatter Plot візуалізувати результат (рис. 3).

Наведемо приклад вирішення завдання класифікації культур за сортовими ознаками. Аналогічно попередньому завданню завантажеться база даних, яка містить типові ознаки, що впливають на класифікацію сортів і аналізується за алгоритмом наведеним у табл. 2.

Практика застосування платформи Orange Data Mining була позитивно схвалена працівниками Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН. Серед позитивних якостей були вказані: безкоштовне ПЗ, простота встановлення і використання, зручність і інтуїтивність інтерфейсу, можливість опрацьовувати великі інформаційні масиви, швидкість опанування інструментарієм, наочність і візуалізаціям, ґрунтовний інструментарій для аналітики, який не потребує додаткового знання програмування.

Модель застосування віджетів відповідно до наведеного у таблиці алгоритму представлена на рис. 4.

Таблиця 2

**Алгоритм вирішення завдання
класифікації на платформі Orange**

Крок	Дія	Віджети
1	Завантаження даних у Orange (файл .csv або .xlsx).	File
2	Налаштування цільової змінної («Сорт»).	Edit Domain
3	Аналіз даних (виявлення пропущених значень, структурування даних).	Data Table, Distributions, Box Plot
4	Вибір і підключення до джерела даних класифікаторів.	Random Forest, kNN, SVM
5	Оцінка точності для автоматичного поділу даних (cross-validation).	Test & Score
6	Аналіз матриці помилок та ROC-кривих.	Confusion Matrix, ROC Analysis
7	Аналіз результатів, візуалізація прогнозованих значень.	Scatter Plot, Line Plot, Data Table, Tree Viewer

Джерело: авторська розробка

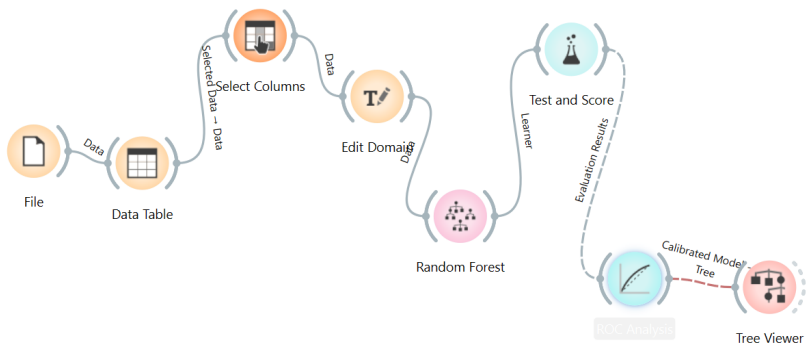


Рис. 4. Модель з віджетів для алгоритму класифікації

Джерело: авторська розробка

Отже, використання платформи Orange Data Mining, завдяки зазначеним перевагам, дозволить агробізнесу зменшити фінансові витрати на спеціалізоване ПЗ з бізнес-аналітики або замовлення аналітичних звітів, підвищити точність управлінських рішень та оперативно адаптуватися до змін (кліматичних, ринкових, політичних).

Висновки. У ході дослідження було обґрунтовано і продемонстровано ефективність використання платформи Orange Data Mining для аналізу агрономічних даних. Описано і схарактеризовано інструменти та методи, що можуть ефективно використовуватись у агробізнесі для вирішення прикладних завдань.

У завданні лінійної регресії було проаналізовано залежності врожайності сільськогосподарських культур від впливу кліматичних факторів. Побудована модель лінійної регресії дозволяє не лише виявляти найбільш впливові чинники, але й здійснити прогноз врожайності на майбутній період. Це відкриває перспективи для оптимізації аграрного виробництва шляхом прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Розглянута у якості прикладу задача класифікації культур за сортовими характеристиками надає можливість візуально та статистично оцінити відмінності між різними сортами за рядом кількісних та якісних ознак. Моделі класифікації, побудовані за допомогою алгоритмів дерева рішень, демонструють високу точність і дозволяють ідентифікувати ключові ознаки, що впливають на класифікацію сортів.

Використання платформи позитивно схвалено працівниками Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН. Також варто зазначити, що використання Orange як аналітичного інструменту забезпечує доступність аналізу для фахівців без досвіду програмування. Перспективними напрямками досліджень є інтеграція геопросторових і супутникових даних для покращення точності прогнозів, застосування більш складних моделей – нейронних мереж і ансамблевих алгоритмів, моделювання ризиків в умовах кліматичних змін, а також використання платформи

Orange як навчального інструменту в аграрній освіті для формування цифрових навичок.

Список використаних джерел

1. Мала Ю. А., Селівьорстова Т. В., Гуда А. І. Використання технології Orange для інтелектуального аналізу даних в освітній галузі. *System technologies*. 2024. Т. 3. № 152. С. 115–127. DOI: 10.34185/1562-9945-3-152-2024-12
2. Пронін С. В., Сотников А. Д. Використання платформи Orange для аналізу даних. *Вісник ХНАДУ*. 2022. № 99. С. 131–136. DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2022.99.0.131
3. Ahoudou I., Fassinou Hotegni N. V., Adjé, C.O.A. et al. Evaluating logistic regression and geographically weighted logistic regression models for predicting orange-fleshed sweet potato adoption intention in Benin. *Scientific Reports*. 2025. Vol. 15. No. 1. P. 8927. DOI: 10.1038/s41598-025-85173-1
4. Calado J. E. de S., Matias-Pereira J., Costa A. Orange Data Mining: um estudo das informações do relato integrado de universidades federais brasileiras. *Revista do TCU*. 2024. Vol. 154. No. 1. P. 172–193. DOI: 10.69518/rteu.154.172–193
5. Cunha R. L. F., Silva B., Netto M. A. S. A. Scalable Machine Learning System for Pre-Season Agriculture Yield Forecast. *Materials of the 2018 IEEE 14th International Conference on e-Science (e-Science)* (Amsterdam, 29 Oct – 1 Nov 2018). Amsterdam: The Netherlands. 2018. P. 423–430. DOI: 10.1109/escience.2018.00131
6. Dobešová Z. ORANGE: praktický návod do cvičení předmětu Data mining. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci. 2022. P. 119. DOI: 10.5507/prf.22.24460864
7. Fonseca da E. P. R., Caldeira E., Filho H. S. R., Oliveiraa e L. B., Pereira A. C. M., Vilela P. S. Agro 4.0: A data science-based information system for sustainable agroecosystem management. *Simulation Modelling Practice and Theory*. 2020. Vol. 102. No. 1. P. 102068. DOI: 10.1016/j.simpat.2020.102068
8. Kumar K. P., Kumar K. P., Gupta A. D., Johnson K., Michael M. M. Agricultural Crop-Yield Prediction. In: Bukhari S. N. H.

(eds) Data-Driven Farming. New York, Auerbach Publications. 2024. P. 158–177. DOI: 10.1201/9781003485179-9

9. Orange Data Mining Library. URL: <https://orange3.readthedocs.io/projects/orange-data-mining-library> (Last accessed: 10.04.2025).

10. Orange Data Mining. Офіційний сайт платформи. URL: <https://orangedatamining.com> (Last accessed: 12.04.2025).

11. Singh G. A. review on Data Mining: scope and applications in agriculture. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*. 2017. Vol. 8. No. 7. P. 499–502. DOI: 10.26483/ijarcs.v8i7.4307

СЕЙСЕБАЄВА Наталія Григорівна,

к.е.н., доцент, доцент кафедри обліку і оподаткування,

Запорізький національний університет,

м. Запоріжжя, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6496-2554>

СКОРНЯКОВА Юлія Борисівна,

к.е.н., доцент, доцент кафедри обліку і оподаткування,

Запорізький національний університет,

м. Запоріжжя, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8433-0183>

НОВИЦЬКА Ілона Денисівна,

Запорізький національний університет,

м. Запоріжжя, Україна

1.3. ОЦІНКА ЯК ЕЛЕМЕНТ МЕТОДУ БУХГАЛТЕРСЬКОГО ОБЛІКУ

Вступ. Оцінка є важливою складовою методу бухгалтерського обліку, адже саме за рахунок процедур оцінки забезпечується вартісне відображення активів, зобов'язань та власного капіталу підприємства в обліку та фінансовій звітності. Без здійснення оцінки об'єктів обліку неможливою є облікова систематизація інформації

про діяльність підприємства та формування його фінансової звітності, що є важливим джерелом інформації для прийняття управлінських рішень як внутрішніми, так і зовнішніми користувачами, зокрема інвесторами, кредиторами та органами державної влади. Протягом тривалої історії розвитку суспільства, економічних відносин і обліку як складової управління економічною діяльністю оцінка як прийом обліку пройшла довгий шлях еволюції, починаючи від простих дій, що здійснювалися у середньовіччі, до сучасних складних підходів, що враховують різноманітні аспекти економічного середовища.

У стародавні часи та в середньовіччі основна мета бухгалтерії полягала у фіксації кількості товарів, грошей та матеріальних цінностей, однак із розвитком торгівлі та економічних відносин виникла потреба в більш точному визначенні вартості активів, що зумовило необхідність вдосконалення методів оцінки. З часом, із ускладненням економічних процесів, оцінка стала важливою не лише для фіксації вартості матеріальних ресурсів, а й для відображення вартості складніших з точки зору оцінки об'єктів обліку, таких як нематеріальні активи, біологічні активи, фінансові інвестиції та зобов'язання.

У XX сторіччі з розвитком міжнародних економічних відносин і глобалізацією ринків оцінка активів як важливий елемент методу бухгалтерського обліку набуває принципового значення в площині визначення фінансової стабільності підприємств та держав. Саме тому виникла потреба та відповідно було розроблено низку міжнародних стандартів, що унормовували процес оцінки та встановлювали єдині принципи для застосування методів оцінки активів. Це певним чином дозволило підвищити прозорість фінансової звітності, забезпечити порівнянність результатів діяльності підприємств у різних країнах та посилити довіру до фінансової інформації.

Облікові методи оцінки сьогодні це оцінка за історичною (фактичною) собівартістю, оцінка за справедливою вартістю, амортизована вартість та інші підходи, що застосовуються в залежності

від типу активів, зобов'язань або інших облікових об'єктів. Наприклад, історична (фактична) собівартість є основою для оцінки більшості основних засобів, а оцінка за справедливою вартістю є актуальною для фінансових активів і ринкових інструментів, вартість яких зазнає регулярних коливань на активних фінансових ринках. Вибір конкретного методу оцінки залежить від характеру активів та відповідних господарських операцій, а також від вимог нормативних документів, що регулюють облік, і обраної конкретним підприємством облікової політики.

Значення оцінки в сучасному бухгалтерському обліку переоцінити практично не можливо. Разом із принципом подвійного запису саме метод оцінки формує методологію обліку. Варто розуміти, що процедури оцінки за умови дотримання принципу подвійного запису впливають не лише на визнану в обліку та фінансовій звітності вартість активів і розмір зобов'язань, а й на розмір змін власного капіталу за рахунок господарської діяльності підприємства, насамперед на розмір фінансових результатів (прибутку або збитків) за окремі звітні періоди. Таким чином процедури оцінки, що здійснюються із дотриманням вимог нормативних документів та обраної підприємством облікової політики, впливають на показники фінансової звітності щодо вартості активів, розміру власного капіталу та зобов'язань, а також щодо фінансових результатів діяльності за окремі звітні періоди. На підставі показників фінансової звітності приймаються рішення різними економічними суб'єктами, що мають іноді протилежні фінансові інтереси. Саме тому важливо прагнути до того, щоб оцінка, яка за своєю сутнісною природою є процедурою суб'єктивною (не об'єктивною), як елемент методу бухгалтерського обліку не була інструментом фінансових маніпуляцій та шахрайства, а відповідала меті ведення бухгалтерського обліку та складання фінансової звітності, яку Закон України від 16.07.1999. № 996-XIV «Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні» визначає як «надання користувачам для прийняття рішень повної, правдивої та неупередженої інформації про фінансовий стан та результати діяльності підприємства» [1].

Виклад основного матеріалу дослідження. Історія оцінки як елементу обліку має глибоке коріння і починається з перших цивілізацій. Так, вже у Стародавньому Єгипті та Месопотамії приділяли увагу обліку ресурсів та товарів, однак оцінка їх вартості не була стандартизованою і мало враховувала економічні умови. Перші спроби оцінки майна та товарів з'являються в Римській імперії, де вартість стає важливим елементом фінансових, і зокрема податкових, відносин. Цікаво, що у дисертаційному дослідженні, присвяченому оцінці в бухгалтерському обліку, Н. М. Малюга зазначає, що «проблеми визначення оцінки виникли ще за часів системи облікових реєстрів давньоримської імперії» [2, с. 11].

У середньовіччі в Італії, зокрема, виникає система подвійного запису, що дає новий поштовх для розвитку методів оцінки. Лука Пачолі в XV сторіччі описав принципи обліку, включаючи оцінку активів і пасивів, однак оцінка в той період була здебільшого статичною і не враховувала змін економічних факторів.

Досліджуючи еволюцію оцінки як елементу методу бухгалтерського обліку, Є. В. Слущкий розглядає шість історичних етапів. З яких перший пов'язаний «з виникненням оцінки в товарах – загальних еквівалентах, другий – з появою оцінки в грошовому вимірі, третій – з розповсюдженням оцінки в грошовому вимірі на всі об'єкти обліку, четвертий – з виникненням перших реалістичних способів обґрунтування вибору застосування оцінки, п'ятий – з формуванням теорії оцінки, шостий – з виникненням нової парадигми обліку – справедливої вартості» [3, с. 237].

На нашу думку, реальна історія розвитку оцінки як елементу методу бухгалтерського обліку починається із розповсюдженням обліку із дотриманням принципу подвійного запису і може бути представлена кількома основними етапами (табл. 1).

Різні економічні школи значно вплинули на розвиток методів оцінки, що використовуються в бухгалтерському обліку. Класична школа, заснована на ідеях Адама Сміта, передбачала оцінку товарів і активів через витрати праці та природних ресурсів. Ідеї теорії граничної корисності (маржиналізму) сприяли вдосконаленню

ідентифікації оцінки як елементу методу бухгалтерського обліку за рахунок ціннісного підходу до розуміння сутності оцінки. Кейн-сіанство та неокласична школа акцентували увагу на ринкових умовах та попиті на активи як товари, що також знайшло відображення в методах оцінки.

На увагу заслуговують і певні національні риси розвитку оцінки у бухгалтерських системах різних країн. Так, у Великій Британії в XIX сторіччі через розвиток індустріалізації активно вдосконалювалась оцінка активів із орієнтацією на ринкову вартість нерухомості та промислових підприємств. Саме тоді з'явилися перші національні стандарти бухгалтерського обліку, що забезпечило більшу точність у визначенні вартості активів. В Німеччині у XIX сторіччі через стабільність економічної системи застосовували методи оцінки, орієнтуючись на стабільність вартості підприємств. Завдяки тому з'явилися спеціальні правила оцінки для довгострокових активів (зокрема розвивався та вдосконалювався механізм амортизації активів), які були потрібні для великих підприємств та індустріальних компаній. У США активний розвиток корпоративної бухгалтерії в XX сторіччі вимагав впровадження нових методів оцінки для фінансових інструментів і активів. Показово, що оцінка на основі справедливої вартості стала популярною після Великої депресії і активно застосовувалась для банківських і фондових ринків.

У сучасних умовах оцінка є невід'ємною складовою методології бухгалтерського обліку, що забезпечує точність та достовірність фінансової звітності. Протягом історії бухгалтерського обліку методи оцінки зазнали значних змін, розвинувшись від простих оцінок витрат до складних методів, що враховують актуальні ринкові умови. Поява та розповсюдження міжнародних стандартів обліку та фінансової звітності та глобалізація фінансових ринків сприяли появі більш універсальних і точних методів оцінки, таких як оцінка за справедливою вартістю. Історичний контекст та вплив різних економічних шкіл допомогли сформувати сучасні підходи до оцінки в бухгалтерському обліку, що є важливими для розвитку світової економіки.

Таблиця 1

**Основні етапи становлення оцінки
як елементу методу бухгалтерського обліку**

Етап розвитку	Опис
XV–XVII сторіччя	Ранні форми бухгалтерії в Італії, що передбачали ведення обліку із дотриманням принципу подвійного запису; оцінка активів була спрощеною і базувалася на витратах на виробництво та придбання.
XVIII сторіччя	Початок індустріалізації і створення підприємств, що вимагали нових підходів до оцінки активів; розвиток принципів оцінки, які враховували витрати на виробництво та придбання товарів, поява процедури амортизації із поступовим зменшенням залишкової вартості активів тривалого використання.
XIX сторіччя	З розвитком капіталістичних відносин в Європі та Північній Америці з’являються нові підходи до оцінки активів; оцінка починає включати ринкову вартість і витрати на створення підприємств.
XX сторіччя	Стандартизація оцінки в бухгалтерії через міжнародні бухгалтерські стандарти (МСФЗ); введення принципу справедливої вартості і більш складних методів оцінки.
XXI сторіччя	Глобалізація та цифровізація бухгалтерії призводить до нових підходів у використанні ринкових цін для оцінки активів і зобов’язань.

Джерело: розроблено авторами

Ідентифікація оцінки як елемента методу бухгалтерського обліку для сучасної економічної науки не є питанням однозначним. Коротко оцінку в бухгалтерському обліку можна, на нашу думку, визначити як процес грошового вимірювання або визначення вартості активів, зобов’язань і власного капіталу, що відображаються

в обліку та фінансовій звітності. Тобто йдеться про вимірювання, але маємо розуміти, що вартість на відміну від довжини чи ваги є категорією суспільною (а не фізичною), тому її визначення (оцінка) є процесом суб'єктивним (не об'єктивним) за суттю. Це в математиці, яка є наукою ідеальною, результат рішення від способу рішення не залежить. Облік є наукою суспільною, а тому не є ідеальною. В обліку результат залежить від обраних методів, у тому числі методів оцінки. Вартість є категорією суспільною і відповідно суб'єктивною, саме тому суб'єктивними є і оцінка як вимірювання вартості, і облік, що передбачає систематизацію вартісної оцінки активів, зобов'язань і власного капіталу.

Таким чином все не так просто. Так, у науковій статті В. М. Корягін звертає увагу на те, що професор Цюріхського університету Іоганн Фрідріх Шерр, якого вважаються засновником німецької камеральної бухгалтерії, ще на початку XX сторіччя відмічав, «що проблема оцінки є однією з найважливіших і найскладніших проблем всієї балансової справи. Вищенаведене твердження від обґрунтовував тим, що сам по собі баланс не є самостійним і незалежним рахунком результатів, а його висновки істотно залежать від правильної оцінки майнових об'єктів у кінцевому балансі. Цим самим автор підтверджував можливість вуалювання або маніпулювання фінансовим результатом підприємства з метою представлення необхідної конкретному користувачу фінансової інформації на основі використання різних підходів до оцінки об'єктів обліку» [4]. Цікаво, що думки науковця за сторіччя не втратили актуальності, навпаки розвиток і глобалізація міжнародних економічних і насамперед фінансових відносин на тлі викликів світових фінансових криз першої чверті XXI сторіччя лише підсилює актуальність захисту процедур оцінки від маніпулювання та шахрайства.

Класик вітчизняної облікової науки М. С. Пушкар, характеризуючи оцінку як складову обліку, стверджує, що «оцінка в обліку необхідна для трансформації фактів, виражених в натуральних показниках, в єдиний грошовий вимірник, що забезпечує приведення інформації про різномірні об'єкти у зіставну форму та зміст.

Облікова оцінка дозволяє узгодити цілі підприємства і домовленості між державою і бізнесом, дозволяючи знаходити величину фінансового результату, який обкладається податком і формує доходну частину бюджету» [5, с. 281–282]. У розвиток наведеної тези варто зазначити, що, на нашу думку, якісна оцінка в обліку, зважаючи на її суб'єктивність, має бути певним компромісом інтересів зацікавлених користувачів облікової інформації. І йдеться не лише про компроміс інтересів бізнесу як платника податків і держави, адже компроміс потрібен і в площині взаємовідносин власників підприємства і найманого менеджменту, в площині взаємовідносин підприємства і його кредиторів тощо.

Супрунова І. В., акцентуючи увагу на тому, що «поєднання теоретичних основ трудової (класичної) теорії вартості та теорії граничної корисності (маржиналізму) сприятиме удосконаленню трактування оцінки в бухгалтерському обліку за рахунок врахування не лише витратного, але й ціннісного підходу до розуміння сутності оцінки» [6, с. 485], пропонує «трактувати оцінку в бухгалтерському обліку як елемент методу бухгалтерського обліку, який виражає вартість об'єктів бухгалтерського обліку, процесів та явищ, що виникають на підприємстві, у грошовому вимірнику або виражає думку про цінність об'єкта, що здійснюється суб'єктом оцінки, який має відповідні повноваження та рівень компетенції» [6, с. 485]. Дещо інший аспект оцінки як елементу методу бухгалтерського обліку акцентується у визначенні Л. Г. Ловинської, яка звертає увагу на визначне значення оцінки у управлінні підприємством і відповідно визначає оцінку як складову «методу бухгалтерського обліку, за допомогою якої здійснюється вимірювання вартості об'єктів бухгалтерського обліку, створення якісних характеристик обліково-аналітичної інформації й інформації забезпечення аналізу фінансового стану підприємства й ефективності його менеджменту» [7, с. 15]. Цікавий аспект ідентифікації сутності оцінки розкриває О. В. Фоміна, зазначаючи, що «оцінка – це процес систематизованого вивчення і узагальнення професійних думок про вірогідність настання несприятливих умов або

подій» [8, с. 67], пояснюючи таким чином саме майбутньою невизначеністю, тобто ризиками, суб'єктивність оцінки сьогодні, адже вона спрямована у майбутнє, яке завжди невизначене, а одним із принципів бухгалтерського обліку є безперервність, тобто «оцінка активів та зобов'язань підприємства здійснюється виходячи з припущення, що діяльність буде тривати й надалі» [1].

Підсумовуючи дослідження сутності та значення оцінки як елементу методу бухгалтерського обліку, варто також навести думку В. М. Корягіна, який стверджує, що «здійснення оцінки об'єктів бухгалтерського обліку є однією із найважливіших передумов для формування достовірної і релевантної інформації системою бухгалтерського обліку, а знання її фундаментальних концептуальних основ дозволяє розуміти користувачам сутність даних і відомостей, що підлягають розкриттю у бухгалтерській звітності, сприяють прийняттю ефективних управлінських рішень» [4].

Додатково варто також зазначити, що оцінка відіграє важливу роль і здійснює принциповий вплив на процес формування та показники фінансової звітності, адже дозволяє:

- визначити реальну вартість активів і зобов'язань на певний момент часу;
- підвищити точність і адекватність визначення фінансових результатів, що дозволяє інвесторам та кредиторам приймати обґрунтовані рішення;
- забезпечити певну прозорості та порівнянність фінансових звітів, що важливо для глобалізованих ринків.

Науковці та практики розрізняють кілька теоретичних підходів до оцінки, залежно від орієнтації на різні аспекти вартості того чи іншого об'єкту обліку:

- вартісний підхід – оцінка проводиться на підставі витрат на придбання або виробництво активу;
- доходний підхід – оцінка базується на потенційному доході, який актив може принести в майбутньому, наприклад, на основі майбутніх грошових потоків, що здатне продукувати використання цього активу;

– ринковий підхід – оцінка визначається на основі ринкових цін або аналізу умов конкурентного середовища.

Кожен з цих підходів має свої переваги та обмеження, що визначаються типом активу або зобов'язання, які підлягають оцінці.

Основними формами оцінки в системі бухгалтерського обліку є:

- первісна оцінка: визначається на основі вартості придбання або витрат на виробництво активів;
- поточна оцінка: здійснюється у процесі експлуатації активів, враховуючи знос і амортизацію;
- оцінка за справедливою вартістю: метод оцінки активів і зобов'язань, який враховує ринкову вартість на момент оцінки.

Важливим у розумінні різних форм оцінки є визначення їх переваг і недоліків (табл. 2).

Таблиця 2

Порівняння форм оцінки в бухгалтерському обліку

Форми оцінки	Принципи оцінки	Переваги	Недоліки
Первісна оцінка	Оцінка активів на основі їх початкової вартості	Проста в застосуванні, стабільна	Не враховує змін економічних умов
Поточна оцінка	Оцінка, що базується на актуальній вартості з урахуванням зносу	Дозволяє точно відображати реальний стан активів	Вимагає регулярного оновлення оцінки
Оцінка за справедливою вартістю	Оцінка активів за їх ринковою вартістю на момент оцінки	Висока точність у визначенні вартості	Залежить від ринкових умов та доступу до необхідної інформації

Джерело: розроблено авторами

Оцінка в бухгалтерському обліку регулюється як національними, так і міжнародними стандартами. В Україні основними нормативними документами є Національні положення (стандарти) бухгалтерського обліку (НП(с)БО), що затверджуються Міністерством фінансів. Водночас багато підприємств застосовують Міжнародні стандарти фінансової звітності (МСФЗ), що є обов'язковими для публічних акціонерних товариств, великих підприємств і підприємств, що становлять суспільний інтерес (табл. 3).

Застосування різних методів оцінки на практиці викликає низку труднощів:

- суб'єктивність оцінки – оцінка активів за справедливою вартістю часто ґрунтується на експертних припущеннях, що створює ризик викривлення інформації;
- відсутність активного ринку для певних видів активів ускладнює визначення справедливої вартості;

Таблиця 3

**Визначення окремих параметрів оцінки
за нормами НП(с)БО і МСФЗ**

Параметр	НП(с)БО	МСФЗ
Основний підхід до оцінки	Історична вартість	Справедлива вартість, амортизована собівартість
Переоцінка вартості активів	Передбачена, але не завжди обов'язкова	Рекомендується для об'єктивності звітності
Вартісні категорії	Первісна, залишкова, ліквідаційна, справедлива, чиста реалізаційна	Поточна, справедлива, чиста реалізаційна
Активи за ринковою вартістю	Часткове використання	Активне застосування
Принципи прозорості	Менш деталізовані	Жорсткі вимоги до детального розкриття інформації

Джерело: розроблено авторами

- недостатній рівень підготовки бухгалтерів у питаннях застосування МСФЗ і сучасних методів оцінки;
- проблеми гармонізації облікової політики – одночасне застосування НП(с)БО і МСФЗ може призвести до дублювання облікових процесів.

Таким чином варто чітко розуміти типові проблеми оцінки в бухгалтерській практиці підприємств України, причини їх виникнення та можливі наслідки (табл. 4).

Практичне застосування методів оцінки логічно пов'язане із обліковою політикою підприємства, яка має чітко визначати підходи до оцінки активів і зобов'язань. Вибір форми оцінки має залежати від:

- галузевих особливостей діяльності підприємства;
- частоти змін ринкової вартості активів;
- вимог інвесторів або аудиторів;

Таблиця 4

**Типові проблеми оцінки в бухгалтерській практиці
підприємств України**

Проблема	Причини виникнення	Можливі наслідки
Суб'єктивна переоцінка активів	Недостатня компетенція, шахрайство, відсутність активного ринку	Зниження достовірності показників фінансової звітності
Труднощі із застосуванням МСФЗ	Брак знань, недостатня автоматизація та відсутність дієвого контролю, у тому числі або насамперед внутрішнього	Зниження достовірності показників фінансової звітності
Незбалансована облікова політика	Відсутність чітких критеріїв вибору форми оцінки	Непослідовність у поданні звітності, що негативно впливає на її якісний рівень

Джерело: розроблено авторами

- наявності внутрішніх або зовнішніх оцінювачів.

Підприємства можуть обирати з таких форм оцінки:

- історична (первісна) вартість – найбільш поширена для обліку основних засобів;

- справедлива вартість – використовується при переоцінці та у фінансовій звітності за МСФЗ;

- чиста реалізаційна вартість – для оцінки запасів відповідно до МСФЗ;

- амортизована собівартість – застосовується до фінансових активів та зобов'язань.

Оцінка є фундаментальним елементом методу бухгалтерського обліку, який безпосередньо впливає на якість, точність і достовірність фінансової звітності. Через процедури оцінювання господарські процеси перетворюються у цифрові показники, які далі відображаються у формальних документах, таких як баланс, звіт про фінансові результати, звіт про власний капітал та інші. Від правильності вибору методу оцінки залежить фінансова картина підприємства, що може мати значний вплив на управлінські рішення, податкове навантаження, інвестиційну привабливість тощо. Наприклад, вибір оцінки основних засобів за первісною вартістю надає стабільності даним обліку та звітності, але не враховує інфляційні зміни. Натомість оцінка за справедливою вартістю дозволяє відобразити поточну економічну реальність, проте вимагає регулярної переоцінки й може спричиняти волатильність у звітності.

Бухгалтерська оцінка пронизує всю систему обліку. Вона проявляється у визначенні вартості необоротних активів, запасів, фінансових інструментів, зобов'язань, доходів і витрат. Саме на основі оцінки формується балансова вартість активів, розраховується амортизація, визнаються резерви тощо. Наприклад, оцінка запасів здійснюється за найменшою з двох величин – собівартістю або чистою реалізаційною вартістю. Це забезпечує обачність в облікових підходах і має запобігати неадекватному завищенню прибутку. Подібним чином, при оцінці дебіторської заборгованості

застосовується резерв сумнівних боргів, що дозволяє сформувати більш реалістичну оцінку очікуваних надходжень.

Практика показує, що підприємства активно використовують різні підходи до оцінки в залежності від галузі, обсягів діяльності, податкового навантаження та вимог інвесторів. Наприклад, підприємство, що володіє значними виробничими фондами, може обирати регулярну переоцінку основних засобів для відображення реальної вартості майна в умовах інфляції. Це підвищує сумарну вартість активів та зменшує співвідношення зобов'язань до капіталу, що позитивно сприймається кредиторами. Інше підприємство, що працює в сфері роздрібної торгівлі, може акцентувати увагу на оцінці товарно-матеріальних запасів, щоб оперативно відображати їхнє знецінення, уникати штучного завищення активів і відповідно оптимізувати податкові ризики.

В цілому ж коректне застосування оцінки в бухгалтерському обліку має безпосереднє практичне значення для формування реалістичної фінансової звітності, обґрунтованого управлінського аналізу та зниження ризиків під час прийняття фінансових рішень. Процедура оцінки технічно є складовою аналітичного та синтетичного обліку, що здійснюється із дотриманням принципу подвійного запису, відповідно суми окремих бухгалтерських проводок визначаються із виконанням процедури оцінки (табл. 5).

Оцінка у бухгалтерському обліку є не лише внутрішнім інструментом формування показників, а й ключовим елементом, який підлягає перевірці в рамках аудиту. Особливість оцінки полягає в тому, що вона нерідко ґрунтується на професійному судженні бухгалтерів або менеджерів підприємства. Це стосується, зокрема, таких показників, як справедлива вартість активів, резерви за сумнівними боргами, знецінення запасів тощо.

З огляду на це аудиторі зобов'язані не тільки перевірити арифметичну правильність облікових записів, а й проаналізувати обґрунтованість методів оцінки, відповідність прийнятих припущень реальній економічній ситуації, а також дотримання принципів бухгалтерського обліку та вимог стандартів – як національних (НП(с)БО), так і міжнародних (МСФЗ).

Аудиторська перевірка оцінки передбачає використання певних процедур:

- аналітичних (порівняння з минулими періодами, галузевими показниками);
- документальних (перевірка джерел первинної інформації);
- математичних (перерахунок вартості за формулами);
- експертних (залучення незалежних оцінювачів у випадках, коли це передбачено законодавством).

Таким чином, аудит сприяє підвищенню достовірності облікових оцінок і захищає інтереси користувачів фінансової звітності.

Важливу роль відіграє оцінка і в контексті внутрішнього контролю. Підприємство має впровадити політику, яка забезпечує:

- єдність підходів до оцінки в рамках всієї організації;
- відповідальність посадових осіб за ухвалені оціночні рішення;
- своєчасну переоцінку активів і зобов'язань за зміни умов.

Таблиця 5

**Типові бухгалтерські проводки, що демонструють
застосування оцінки в обліку**

№	Господарська операція	Дебет	Кредит	Коментар
1	2	3	4	5
1	Введення в експлуатацію об'єкта основного засобу	10	152	Оцінка за історичною (фактичною) вартістю
2	Нарахування амортизації за основним засобом адміністративного призначення	92	131	Поточна оцінка з урахуванням зносу
3	Переоцінка основного засобу до справедливої вартості	10	411	Оцінка за справедливою вартістю (переоцінка)
4	Уцінка знецінених запасів до чистої реалізаційної вартості	946	20	Застосування принципу обачності

Продовження таблиці 5

1	2	3	4	5
5	Створення резерву сумнівних боргів	944	38	Оцінка дебіторської заборгованості з урахуванням ризиків
6	Визнано дохід від реалізації покупцю готової продукції	361	701	Вартість реалізації визначена ринково
7	Визнання зобов'язання за кредитом	311	501	Зобов'язання оцінюється за фактичною сумою надходження

Джерело: розроблено авторами

Контроль за коректністю оцінки дає змогу уникнути суттєвих помилок у фінансовій звітності, зменшити ризики шахрайства або маніпулювання показниками прибутковості. Особливої актуальності це набуває для підприємств мають на балансі нематеріальні активи, складні фінансові інструменти або володіють великою номенклатурою основних засобів.

У періоди економічної турбулентності (війна, інфляція, валютні коливання, суттєві зміни кон'юнктури на ринку нерухомості тощо) значущість якісної оцінки зростає. Підприємства зіштовхуються з потребою оперативно оновлювати вартість активів або створювати нові резерви, що прямо впливає на фінансові результати.

Аудитори, у свою чергу, мають визначитися чи були коригування адекватними, чи мала місце потреба в знеціненні, чи не було штучного завищення вартості активів з метою покращення показників діяльності.

Таким чином оцінка у бухгалтерському обліку тісно взаємодіє з процесами аудиту та внутрішнього контролю. Вона є не лише технічним, а й аналітичним інструментом, який потребує високого рівня професіоналізму з боку бухгалтера та незалежного

підтвердження з боку аудитора. Якісна оцінка – це запорука прозорості та достовірності фінансової звітності підприємства.

Висновки. За підсумками проведеного дослідження можна стверджувати, що оцінка як елемент методу бухгалтерського обліку є не просто технічним інструментом для переведення об'єктів обліку у числову форму, а системоутворюючим елементом, що має забезпечувати достовірність, обґрунтованість та прозорість фінансової інформації. Оцінка лежить в основі всіх етапів бухгалтерського процесу – від визнання господарських операцій до складання звітності. Історичний аналіз показав, що методи оцінки в обліку еволюціонували разом із розвитком економічних відносин, облікової справи, посиленням ролі ринку та ускладненням господарської діяльності.

На практиці оцінка має вирішальне значення у визначенні вартості активів і зобов'язань, а отже – й у визначенні змін розміру власного капіталу, насамперед отриманого фінансового результату. Саме вона забезпечує порівнянність та достовірність облікових даних, дає змогу формувати обґрунтовану податкову, інвестиційну, фінансову політику.

Результати дослідження дозволяють стверджувати, що вибір методів оцінки та їх обґрунтоване застосування впливають не лише на звітність, а й на економічну поведінку підприємства, зокрема у сфері прийняття управлінських рішень. Варто розуміти, вартість є категорією суспільною і відповідно суб'єктивною, саме тому суб'єктивними є і оцінка як вимірювання вартості, і облік, що передбачає систематизацію вартісної оцінки активів, зобов'язань і власного капіталу. Саме тому в певному сенсі метою є не правильна оцінка (адже це фактично неможливо), а якісна оцінка, що має відповідати компромісу інтересів різних користувачів інформації фінансової звітності і безперечно унеможливлувати випадки шахрайства, коли використовуючи оцінку як складову обліку облікову та відповідно звітну інформацію навмисно викривлюють на користь інтересам одного із її користувачів.

У зв'язку з наявними проблемами (зокрема, множинність підходів, суб'єктивність оцінок, розбіжності між НП(с)БО та МСФЗ) доцільно вжити таких заходів як:

- гармонізація національних та міжнародних стандартів – зокрема, удосконалення положень національних Положень (стандартів) бухгалтерського обліку для узгодження з принципами МСФЗ, особливо у питаннях оцінки справедливої вартості;
- підвищення кваліфікації бухгалтерів і аудиторів – акцент на навчанні застосуванню професійного судження, моделюванню ризиків оцінки, аналізу ринкової кон'юнктури;
- впровадження цифрових інструментів в оцінювальну діяльність – використання програмного забезпечення, яке дозволяє автоматизувати процеси оцінювання, забезпечити прозорість і відтворюваність рішень;
- регламентування порядку використання суб'єктивних оцінок – через розробку єдиних підходів до документального обґрунтування таких оцінок та їх перевірки;
- розширення публічної звітності – у контексті розкриття методів оцінки, змін політики оцінки, факторів впливу на вартісні показники у фінансовій звітності.

Подальші дослідження в площині розуміння та вдосконалення практичної реалізації оцінки як елементу методу бухгалтерського обліку можуть бути орієнтовані на:

- поглиблене вивчення галузевих особливостей застосування оцінки – зокрема, в енергетиці, будівництві, банківському секторі, аграрному бізнесі, ІТ-галузі тощо; оцінка повинна відповідати специфіці активів та характеру діяльності;
- розробку математичних моделей оцінки в умовах економічної нестабільності – включаючи фактори інфляції, валютної волатильності, ризиків війни, санкційних обмежень;
- інтеграцію оцінки нематеріальних активів у концепції капіталу знань – адже на сучасному етапі вартість бренду, інтелектуальної власності, ІТ-продуктів часто перевищує вартість фізичних активів;

- ослідження впливу оцінки на корпоративне управління та інвестиційну привабливість підприємств, а також механізми оцінки ESG-факторів у фінансовій звітності;
- вивчення можливостей блокчейн-технологій у забезпеченні достовірності оцінки – прозорості історії змін вартості активів і виключення фальсифікацій.

Список використаних джерел

1. Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні : Закон України від 16.07.1999 р. № 996-XIV. Дата оновлення: 03.09.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/996-14#Text> (дата звернення 21.04.2025).
2. Малуґа Н. М. Оцінка в бухгалтерському обліку: теорія, практика, перспективи (на прикладі підприємств Житомирської області) : автореф. дис. ... канд. екон. наук : 08.06.04. Київ, 1999. 21 с.
3. Слущкий Є. В. Оцінка як метод бухгалтерського обліку: історичні аспекти визначення понять. *Вісник соціально-економічних досліджень*. 2016. № 2 (61). С. 235–248.
4. Корягін М. В. Оцінка в системі бухгалтерського обліку. *Ефективна економіка*. 2018. № 10. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6576> (дата звернення 21.04.2025).
5. Пушкар М. С. Метатеорія обліку або якою повинна стати теорія. Тернопіль : Карт-бланш. 2007. 359 с.
6. Супрунова І. В. Розвиток оцінки в бухгалтерському обліку. *Проблеми теорії та методології бухгалтерського обліку, контролю і аналізу*. 2012. Вип. 3 (24). С. 481–487.
7. Логвінська Л. Г. Оцінка в сучасній системі бухгалтерському обліку підприємств України : автореф. дис. ... канд. екон. наук : 08.00.09. Київ, 2007. 31 с.
8. Фоміна О. В. Оцінка ризиків підприємства в системі бухгалтерського обліку. *Економічний часопис – XXI*. 2015. № 3–4 (2). С. 67–70.

ЧЕРЕП Олександр Григорович,

д.е.н., професор, професор кафедри
управління персоналом і маркетингу,
Запорізький національний університет,
м. Запоріжжя, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3098-0105>

ЛЕПЬОХІН Олександр Васильович,

к.е.н., доцент, доцент кафедри фінансів,
банківської справи, страхування та фондового ринку,
Запорізький національний університет,
м. Запоріжжя, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4817-5742>

МОКРУШИНА Вікторія Ігорівна,

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
Запорізький національний університет,
м. Запоріжжя, Україна

1.4. ВПЛИВ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКОВИМИ ОПЕРАЦІЯМИ

Вступ. Цифрові технології мають ключове значення для підвищення ефективності та боєздатності Збройних Сил України та інших країн. У сучасних умовах бойових дій, які характеризуються високим рівнем технологічної складності, використання цифрових інструментів є необхідною умовою для досягнення стратегічних і тактичних переваг. Теоретико-практичні проблеми цифровізації вивчали науковці: Косинський М. [1], Кресс М. М. [2], Панасюк В. М. [3], Регеда Ю. О., Регеда В. О. [4], Шакір А., Штагеманн Д., Вовк М., Джамус Н., Туровський К. [5], Череп А. В., Воронкова В. Г., Олейнікова Л. Г., Череп О. Г. [6], Череп А. В., Огренич Ю. О., Олейнікова Л. Г., Василенко Д. О. [7], Череп О. Г., Олейнікова Л. Г., Бехтер Л. А., Веремеєнко О. О. [8], Хаустова В. С., Крячко Є. М., Бондаренко Д. В. [9], Ян Дж. [10].

Доцільно в умовах російсько – української війни дослідити вплив цифрових технологій на ефективність управління військовими операціями.

Виклад основних результатів дослідження. До основних аспектів впровадження цифрових технологій у Збройних Силах відносяться: модернізація управління та командування; використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА); кіберзахист та кібероборона; цифрові системи спостереження та розвідки; штучний інтелект і аналітика великих даних; 3D-моделювання та симуляції для тренувань; розвиток «розумних» озброєнь; технології спостереження, аналітики, зв'язку [11].

Використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій дозволяє оперативно обробляти дані, отримані від розвідки, спостереження та військових систем. Це значно підвищує ефективність командування і прийняття рішень в умовах, коли кожна секунда має вирішальне значення. Цифрові платформи дозволяють забезпечити інтеграцію даних з різних джерел, що дозволяє командувачам оперативно реагувати на зміни в бойовій ситуації.

БПЛА стали незамінними засобами розвідки, моніторингу та коригування вогню в сучасних військових операціях. Ці технології дозволяють виконувати завдання зі збору розвідувальної інформації, проведення повітряної зйомки та здійснення атак на ворожі цілі без ризику для особового складу [12].

В умовах сучасної війни, в тому числі в умовах гібридної війни, кібербезпека є одним із пріоритетних напрямків оборонної стратегії. Використання високотехнологічних засобів захисту інформаційних систем Збройних Сил забезпечує їх стійкість до атак і впливів з боку супротивника, зокрема захист критичної інфраструктури та комунікацій.

Військові використовують високотехнологічні датчики, сенсори, супутникові системи для моніторингу території в реальному часі. Це дозволяє виявляти та відслідковувати переміщення ворожих сил, визначати потенційні загрози і мінімізувати час на прийняття рішень.

Впровадження штучного інтелекту (ШІ) і аналітики великих даних у військові системи дозволяє значно підвищити точність прогнозування і планування бойових операцій. ШІ може допомогти в аналізі інформації з численних джерел, таких як супутники, дрони, радарні станції та інші розвідувальні системи, а також оптимізувати управлінські процеси.

Використання цифрових технологій для тренувань і підготовки особового складу є важливою частиною модернізації оборонних сил. Завдяки віртуальним симуляціям та 3D-моделюванню можна проводити навчання в умовах, наближених до реальних бойових, без фізичних і фінансових витрат, що робить процес підготовки більш ефективним і доступним.

Цифрові технології дають змогу розробляти «розумні» системи озброєнь, які можуть самостійно коригувати свою траєкторію або вибір цілі на основі вхідних даних. Це включає сучасні системи ракетних комплексів, артилерії та навіть бойових роботів, які можуть працювати в автономному режимі.

Усі ці технології разом дозволяють Збройним Силам діяти з більшою швидкістю, точністю та ефективністю, що є критично важливим у сучасних умовах, коли інформація та час мають вирішальне значення для успіху військових операцій.

У сучасних умовах ведення бойових дій важливим компонентом оборонної стратегії є впровадження передових технологій для спостереження, аналітики та зв'язку. Ці технології дозволяють значно підвищити ефективність управління військовими силами, сприяють оперативному прийняттю рішень та забезпечують злагоджену взаємодію між підрозділами.

1. Технології спостереження:

- Безпілотні літальні апарати (БПЛА).

Одним з найбільш ефективних інструментів для спостереження є БПЛА, які здатні здійснювати моніторинг території в реальному часі. Вони можуть використовуватися для збору розвідувальної інформації, коригування вогню артилерії та ракет, а також для проведення повітряної зйомки або спостереження за військовими

маневрами противника. В Україні БПЛА активно використовуються для ведення розвідки в умовах гібридної війни [13].

- Супутникові системи.

Супутникові технології дозволяють здійснювати моніторинг великих територій і отримувати зображення земної поверхні з високою роздільною здатністю. Супутники можуть бути оснащені різними датчиками для спостереження за військовими об'єктами, виявленням руху техніки, виявленням змін у ландшафті, що дозволяє своєчасно визначати можливі загрози.

- Інфрачервона та радарна техніка.

Інфрачервоні камери і радарні системи дозволяють виявляти і відслідковувати об'єкти навіть в умовах поганої видимості або вночі. Ці технології є важливими для спостереження за рухом техніки та військових підрозділів противника, а також для виявлення мін та інших підземних загроз.

2. Технології аналітики:

- Штучний інтелект (ШІ) та машинне навчання.

Штучний інтелект і алгоритми машинного навчання дозволяють автоматично обробляти великі обсяги даних, отриманих з різних джерел (супутники, дрони, сенсори, інші системи спостереження), для виявлення закономірностей, прогнозування й оцінки ризиків. Це забезпечує більш швидке та точне прийняття рішень в реальному часі, дозволяючи командуванню оперативно реагувати на зміну ситуації на полі бою.

- Аналіз великих даних (Big Data).

Обробка великих обсягів інформації є ключовим для прогнозування й прийняття рішень на основі аналізу даних з різних джерел, включаючи розвідку, супутники, БПЛА та соціальні мережі. Завдяки аналізу великих даних, військові можуть отримувати більш точну картину ситуації, виявляти потенційні загрози і навіть передбачати дії противника [14].

- Прогнозування та моделювання ситуацій.

Використання спеціалізованих програм для моделювання бойових ситуацій та прогнозування розвитку подій дозволяє оптимізувати

стратегічні рішення і підготовку до можливих сценаріїв. Такі системи можуть враховувати різні змінні – від погодних умов до характеристик озброєння та морального стану військових.

3. Технології зв'язку:

- Сучасні комунікаційні системи.

Забезпечення надійного зв'язку між військовими підрозділами є критичним аспектом для координації дій у реальному часі. Використання супутникових, радіо – та оптоволоконних комунікацій дає можливість передавати важливі дані з поля бою в центральні командні пункти для оперативного реагування. Сучасні комунікаційні системи також повинні бути стійкими до кіберзагроз і можливих перешкод [15].

- Інтеграція систем зв'язку з інформаційними платформами.

Взаємодія між різними підрозділами Збройних Сил забезпечується через інтегровані платформи зв'язку та командування, які дозволяють обмінюватися інформацією в реальному часі. Ці платформи дозволяють не тільки передавати голосові та текстові повідомлення, а й обмінюватися відео – та фотоматеріалами, що є критично важливим для точного оцінювання ситуації.

- Кодовані та захищені канали зв'язку.

Для збереження конфіденційності та безпеки важливих даних, усі канали зв'язку мають бути захищені від несанкціонованого доступу. Використання шифрування та інших методів захисту даних є основою для підтримання стабільної та безпечної комунікації під час військових операцій.

Системи управління військовими операціями (СУВО) є важливими компонентами для забезпечення ефективності проведення бойових дій, координації підрозділів та оперативного прийняття рішень на полі бою. Вони забезпечують не лише управління силами та засобами, а й інтеграцію технологій спостереження, зв'язку та аналітики для прийняття стратегічних рішень [16].

Основи систем управління військовими операціями заключаються в наступному.

Система управління військовими операціями (СУВО) – це комплекс технічних засобів, програмного забезпечення і процедур,

які дозволяють ефективно управляти бойовими підрозділами, координацією між ними, забезпеченням інформацією в реальному часі. СУВО включає різноманітні технології, що дозволяють військовим командувачам і підрозділам забезпечити:

- Прийняття рішень у реальному часі.

Завдяки злагодженій роботі СУВО командири можуть отримувати точні й оперативні дані для оцінки ситуації на полі бою і прийняття рішень швидше, ніж у традиційних умовах.

- Взаємодія між підрозділами.

У процесі військових операцій важливою є координація між різними родами військ і підрозділами. СУВО дозволяє ефективно організувати командування і зв'язок, забезпечуючи безперебійну взаємодію.

- Моніторинг та контроль ситуації [17].

Завдяки використанню сучасних технологій спостереження (БПЛА, супутники, сенсори) СУВО дозволяє здійснювати моніторинг оперативної обстановки і виявляти зміни в ситуації, що потребують коригування бойових завдань.

Складові частини систем управління військовими операціями:

- Інформаційні платформи для командування та управління (C2 – Command and Control).

Ці платформи дозволяють керівникам вищих рівнів передавати бойові накази та отримувати зворотний зв'язок від підрозділів. Вони також інтегрують інформацію, отриману з різних джерел: розвідки, супутникових знімків, даних з безпілотників, тактичних систем. Платформи C2 допомагають швидко реагувати на зміну ситуації та координувати дії різних підрозділів.

- Мобільні платформи та інтеграція полевого зв'язку.

Враховуючи мобільність сучасних військ, важливою частиною СУВО є мобільні платформи, які дозволяють підтримувати зв'язок і обмін даними в польових умовах. Це дає можливість здійснювати контроль за підрозділами навіть у віддалених або непідконтрольних районах.

- Автоматизовані системи управління (АСУ).

Системи, що автоматично обробляють інформацію, отриману від датчиків, супутників і інших джерел, та використовують її для оцінки ситуації на полі бою. Ці системи можуть аналізувати великі обсяги даних, надаючи командувачам точну картину ситуації, що дозволяє приймати більш обґрунтовані рішення.

- Системи візуалізації ситуації.

Завдяки технологіям 3D-моделювання та візуалізації, команди можуть відображати бойову ситуацію на інтерактивних картах або екранах, що допомагає приймати рішення і координувати дії підрозділів в реальному часі.

Функції і переваги СУВО:

- Централізоване управління і децентралізоване виконання.

СУВО дозволяє командуванню на найвищому рівні централизовано управляти силами і засобами, в той час як нижчі рівні командування мають можливість приймати оперативні рішення на місцях. Це дає більшу гнучкість в управлінні і здатність швидко адаптуватися до змінюваної обстановки [18].

- Прогнозування та планування.

Важливою функцією СУВО є можливість прогнозування розвитку бойових дій за допомогою аналізу великих даних і моделей, що дозволяє забезпечити кращу підготовленість до можливих сценаріїв.

- Координація між різними видами збройних сил і союзниками.

Системи управління дозволяють інтегрувати дії різних родів військ, таких як піхота, бронетехніка, артилерія, авіація, а також координацію з союзними силами, забезпечуючи злагоджену і ефективну взаємодію.

В Україні в умовах збройного конфлікту з росією та гібридної війни системи управління військовими операціями набули надзвичайної важливості. Завдяки впровадженню сучасних інформаційних технологій і спеціалізованих платформ Збройні Сили України змогли значно підвищити оперативність у реагуванні на зміни ситуації на фронті. Однією з таких систем є «Дельта» – автоматизована система управління військами, що інтегрує дані з різних джерел і забезпечує зв'язок між підрозділами в реальному часі.

Завдяки впровадженню таких технологій, ефективність управління військовими операціями зросла, що дозволило Україні підтримувати високий рівень боєготовності та адаптуватися до нових умов війни, включаючи кіберзагрози та інформаційні операції.

«Дія» – це один з найбільших проєктів цифрової трансформації в Україні, який є важливим етапом в розвитку електронних послуг для громадян та бізнесу. Вона має важливе значення для національної безпеки, оскільки спрощує доступ до державних послуг, покращує ефективність управління та зменшує адміністративні бар'єри, що має прямий вплив на безпеку країни.

Основні функції та можливості «Дії»:

Електронні документи: платформа дозволяє громадянам зберігати та використовувати електронні паспорти, посвідчення водія та інші важливі документи без необхідності носити їх фізично.

Послуги для бізнесу: спрощення процедури реєстрації бізнесу, податкові послуги та інші адміністративні процеси через платформу дозволяють значно зменшити час і ресурси, які витрачаються на виконання бюрократичних процедур.

Інтеграція з іншими державними системами: «Дія» активно інтегрується з іншими цифровими системами та сервісами державних органів, що дозволяє зручніше отримувати та обробляти інформацію.

Значення для національної безпеки:

- Безпека даних: завдяки високим стандартам кібербезпеки та захисту даних, використання платформи «Дія» дозволяє знизити ризики підробки документів, зловживань або крадіжок особистих даних.

- Доступність державних послуг у кризових ситуаціях: платформа допомагає забезпечити доступ до важливих послуг у разі надзвичайних ситуацій або воєнних дій, коли фізичний доступ до державних установ може бути ускладнений.

- Цифрова ідентифікація: це сприяє підвищенню рівня національної безпеки, оскільки електронні паспорти і ID картки дозволяють запровадити систему більш надійного контролю за ідентифікацією осіб.

Кіберкомандування Збройних Сил України (ЗСУ) є ключовим елементом в забезпеченні кібербезпеки та національної безпеки в умовах сучасних загроз. Воно забезпечує захист важливої інфраструктури, а також активно займається боротьбою з кіберзагрозами, які можуть мати стратегічне значення.

Функції та завдання кіберкомандування ЗСУ [19]:

- Захист критичної інфраструктури: кіберкомандування здійснює захист від кіберзагроз критичних об'єктів інфраструктури, включаючи енергетичні мережі, фінансові системи та військові об'єкти.

- Кібернапади та протидія: Збройні сили України мають в своєму розпорядженні спеціалізовані підрозділи для виявлення, відбиття та нейтралізації кібернападів, що здійснюються як з боку державних акторів, так і з боку недержавних організацій [20].

Навчання та розвиток кадрів: одним із завдань є підготовка висококваліфікованих фахівців, які здатні ефективно працювати в умовах постійно змінюваної кіберзагрозливої ситуації.

Залучення новітніх технологій: впровадження передових технологій у кібероборону, включаючи системи штучного інтелекту та автоматизовані інструменти для моніторингу та аналізу загроз.

Значення для національної безпеки:

Протидія кіберзагрозам на війні: у зв'язку з агресією росії в Україні, кіберкомандування відіграє важливу роль у забезпеченні безпеки військових систем та інформаційних ресурсів.

Запобігання атак на державні інформаційні системи: захист баз даних, урядових мереж та критичної інфраструктури від атак, що можуть призвести до дестабілізації внутрішнього порядку.

Забезпечення кіберзахисту під час кризових ситуацій: забезпечення стабільної роботи державних інформаційних систем під час надзвичайних ситуацій або під час воєнних дій.

Висновки. В умовах сучасної глобалізації загрози кібербезпеки виходять за межі національних кордонів, тому ефективна протидія кіберзагрозам вимагає активної міжнародної співпраці. Україна активно працює з міжнародними партнерами для зміцнення кіберзахисту та обміну досвідом і технологіями.

Основні напрямки співпраці:

- Інформаційний обмін та консультації: Україна активно співпрацює з країнами Європейського Союзу, США та іншими партнерами в сфері обміну інформацією про кіберзагрози та спільного реагування на них.

- Координація дій у разі глобальних кіберзагроз: співпраця з НАТО, ЄС та іншими міжнародними організаціями забезпечує можливість ефективного реагування на кіберзагрози, що можуть мати глобальний характер.

- Навчання та сертифікація фахівців: українські спеціалісти з кібербезпеки активно співпрацюють з міжнародними партнерами для підвищення кваліфікації та сертифікації у сфері кіберзахисту.

- Підтримка у боротьбі з кіберзлочинністю: Спільні зусилля спрямовані на боротьбу з кіберзлочинністю, а також на нейтралізацію кібертероризму.

- Забезпечення кібероборони на міжнародному рівні: спільна діяльність з міжнародними партнерами дозволяє Україні бути частиною глобальної системи кібербезпеки, що підвищує здатність протистояти зовнішнім загрозам.

- Спільна відповідь на кіберзагрози: в умовах війни, коли кібернапади стають невід'ємною частиною воєнних операцій, співпраця з міжнародними партнерами дає Україні додаткові ресурси та підтримку у боротьбі з агресією.

Загалом, досвід України в цифровій трансформації безпеки демонструє важливість інноваційних технологій для національної безпеки, а також показує, як ефективна співпраця з міжнародними партнерами може допомогти зміцнити обороноздатність і стабільність країни в умовах нових кіберзагроз.

Список використаних джерел

1. Kosinski M. With big data comes big responsibility. URL: <https://www.ft.com/content/1c3e27ee-8b2f-11e2-8fcf-00144feabdc0> (Last accessed: 20.03.2025).

2. Kress M. M. 2019. Big data for ecological models. In: Jørgensen S. E., Fath B. D., eds. *Encyclopedia of Ecology* (Vol. 1). Amsterdam: Elsevier. 11–20.

3. Панасюк В. М. Інформатизація та цифровізація: тенденції та напрями розвитку в Україні. *Інтелект XXI*. 2020. № 1. С. 160–165. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&S21P03=FILA=&S21STR=int_XXI_2020_1_31 (дата звернення: 20.03.2025).

4. Регеда Ю. О., Регеда В. О. Ключові проблеми використання великих даних в інформаційних системах на сучасному етапі розвитку. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського*. Серія: Технічні науки. 2024. Том 35 (74). № 4. С. 182–187. URL: <https://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/35-74-4> (дата звернення: 20.03.2025).

5. Shakir A., Staegemann D., Volk M., Jamous N., Turowski K. Towards a concept for building a big data architecture with microservices. *Business information systems*. 2021. P. 83–94. URL: https://www.researchgate.net/publication/352944091_Towards_a_Concept_for_Building_a_Big_Data_Architecture_with_Microservices (Last accessed: 20.03.2025).

6. Череп А. В., Воронкова В. Г., Череп О. Г. Концепція блокчейн-економіки як економіки нового типу в умовах цифровізації. *Modern scientific strategies of development : collective monograph* / Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov. Sherman Oaks, California : GS Publishing Services. 2022. С. 54–61. URL: https://www.eo.kiev.ua/resources/arhivMonographs/mono2022_dev_008.pdf (дата звернення: 20.03.2025).

7. Череп А. В., Огренич Ю. О., Олейнікова Л. Г., Василенко Д. О. Фінансовий ринок України в умовах цифровізації економіки: сучасний стан, проблеми та перспективи. *Реалізація європейського вектору розвитку економіки держави шляхом цифровізації* : колективна монографія / за ред. А. В. Череп,

І. М. Дашко, Ю. О. Огренич, О. Г. Череп, В. М. Гельман. Запоріжжя : видавець ФОП Мокшанов В. В., 2024. С. 252–263. URL: <https://dspace.znu.edu.ua/jsui/handle/12345/24078> (дата звернення: 20.03.2025).

8. Череп О. Г., Олейнікова Л. Г., Бехтер Л. А., Веремєнко О. О. Цифровізація економіки в Україні та Європі: поточний стан, проблеми та обмеження. *Цифровізація як інструмент забезпечення якості надання освітніх послуг з урахуванням європейського досвіду* : колективна монографія / за ред. А. В. Череп, І. М. Дашко, Ю. О. Огренич, О. Г. Череп. Запоріжжя : видавець ФОП Мокшанов В. В., 2024. С. 86–97. URL: <https://dspace.znu.edu.ua/jsui/handle/12345/24081> (дата звернення: 20.03.2025).

9. Хаустова В. Є., Крячко Є. М., Бондаренко Д. В. Моделювання впливу факторів цифровізації на економічний розвиток країн світу. *Проблеми економіки*. 2024. № 2 (60). С. 61–73. URL: https://www.problecon.com/export_pdf/problems-of-economy-2024-2_0-pages-61_73.pdf (дата звернення: 20.03.2025).

10. Yang J. Big data and the future of urban ecology: From the concept to results. *Science China Earth Sciences*. 2020. Vol. 63, № 10. P. 1443–1456. URL: <https://dds.sciengine.com/cfs/files/pdfs/view/1674-7313/6603C72F0F644273839EFC754C507C60-mark.pdf> (Last accessed: 20.03.2025).

11. Про національну безпеку України : Закон України від 21.06.2018 № 2469-VIII. Дата оновлення: 09.08.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2469-19#Text> (дата звернення: 20.03.2025).

12. Стратегія кібербезпеки України на 2021–2025 роки. URL: <https://www.president.gov.ua/documents/4472021-40013> (дата звернення: 20.03.2025).

13. Міністерство цифрової трансформації України. URL: <https://thedigital.gov.ua> (дата звернення: 20.03.2025).

14. Програма «Держава у смартфоні». Міністерство цифрової трансформації України. URL: <https://diia.gov.ua> (дата звернення: 20.03.2025).

15. Національний координаційний центр кібербезпеки при РНБО України. URL: <https://www.rnbo.gov.ua> (дата звернення: 20.03.2025).

16. NATO Cooperative Cyber Defence Centre of Excellence (CCDCOE). URL: <https://ccdcOE.org> (Last accessed: 20.03.2025).

17. Звіт Європейського агентства з кібербезпеки (ENISA) щодо тенденцій у сфері кіберзагроз. 2023. URL: <https://www.enisa.europa.eu> (дата звернення: 20.03.2025).

18. Gartner. Top Security and Risk Management Trends. URL: <https://www.gartner.com/en> (Last accessed: 20.03.2025).

19. Тимощук С. В. Цифрова трансформація державного управління: український та світовий досвід. *Ефективність державного управління*. 2022. № 2 (63). С. 113–119.

20. Нинюк І., Нинюк М. Цифрова трансформація державного управління в Україні: виклики та перспективи. *Успіхи і досягнення у науці*. 2024. URL: https://www.researchgate.net/publication/381919325_CIFROVA_TRANSFORMACIA_DERZAVNOGO_UPRAVLINNA_V_UKRAINI_VIKLIKI_TA_PERSPEKTIVI (дата звернення: 20.03.2025).

ШЕПЕЛЬ Андрій Васильович,
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент, доцент кафедри землеробства,
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
м. Кропивницький, Україна,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9955-4569>

1.5. АГРОНОМІЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ МОБІЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ: ВИКОРИСТАННЯ ДОДАТКІВ І ПРОГРАМ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Вступ. У сучасних умовах глобальних кліматичних змін, виснаження природних ресурсів і зростання світового населення особливої ваги набувають інноваційні підходи до управління сільськогосподарським виробництвом. Одним із провідних напрямів модернізації аграрного сектору є впровадження цифрових технологій, зокрема мобільних додатків та програмного забезпечення, які забезпечують ефективне використання ресурсів, підвищення врожайності, оперативний моніторинг стану посівів, управління агропроцесами в режимі реального часу та доступ до ринкової інформації. На глобальному рівні мобільні технології стали ключовим чинником цифрової трансформації сільського господарства, сприяючи поширенню концепцій точного землеробства, смарт-ферм та агроєкосистем, керованих на основі великих даних (Big Data) та штучного інтелекту (AI). Особливо це актуально для країн з великими площами сільськогосподарських угідь і обмеженим доступом до традиційних аграрних сервісів, де мобільні рішення дозволяють ефективно компенсувати нестачу ресурсів і спеціалізованої агрономічної експертизи.

В Україні тема є надзвичайно актуальною з огляду на необхідність підвищення конкурентоспроможності вітчизняного аграрного сектору, орієнтованого переважно на експорт. З огляду на високий рівень мобільної проникності, наявність розгалуженої мережі мобільного інтернету та високий науково-освітній

потенціал, українські аграрії мають широкі можливості для впровадження інноваційних мобільних рішень. Проте, впровадження мобільних технологій у агровиробництво залишається нерівномірним, що зумовлює необхідність комплексного наукового осмислення їхнього агрономічного потенціалу, бар'єрів застосування та перспектив розвитку.

Таким чином, вивчення мобільних технологій у контексті ефективного землеробства є важливим як для вирішення практичних завдань аграрного сектору, так і для формування науково обґрунтованих підходів до цифрової трансформації сільського господарства в Україні та світі. Оцифровка аграрних процесів є визначальним трендом сучасного розвитку сільськогосподарської галузі, що відображає загальний процес інтеграції інформаційних технологій у різні сфери людської діяльності, зокрема в ті, що традиційно асоціюються з класичними методами роботи. Однією з таких професій є агрономія, що історично мала обмежений зв'язок із застосуванням сучасних цифрових технологій. Традиційно, агроном розглядався як фахівець, здатний на основі власних спостережень і досвіду визначати потреби рослин у різних умовах середовища. Однак, з розвитком інформаційних технологій і впровадженням інноваційних рішень у сферу сільського господарства, відбулася значна трансформація підходів до агрономічної практики. На сьогоднішній день, агроном є не лише експертом з рослинництва, а й висококваліфікованим користувачем сучасних технологій, що використовує мобільні пристрої, такі як смартфони або планшети, для збору, обробки та аналізу даних.

Виклад основних результатів дослідження. Завдяки доступу до Інтернету та хмарних сервісів, агроном може отримувати актуальну інформацію з численних джерел, таких як метеостанції, системи моніторингу стану ґрунту, а також дані супутникової навігації. Ці технології дозволяють здійснювати точні вимірювання параметрів навколишнього середовища та проводити комплексний моніторинг стану рослин. Таким чином, сучасні агрономи інтегрують великий обсяг даних, що сприяє точному прогнозуванню

потреб у ресурсах і своєчасному прийняттю управлінських рішень. Ключову роль у підвищенні ефективності агрономічної діяльності відіграють спеціалізовані програмні засоби та мобільні додатки, які надають можливість агрономам обробляти та аналізувати отриману інформацію. Використання таких інструментів забезпечує значну оптимізацію процесів землеробства, зокрема зменшення витрат на внесення добрив, полив, а також підвищення врожайності та покращення якості продукції. Програмне забезпечення, орієнтоване на агрономів, дозволяє здійснювати інтеграцію даних із різних джерел, що дозволяє реалізувати більш ефективні, науково обґрунтовані методи управління агрономічними процесами.

Отже, цифровізація агрономії є важливим кроком до розвитку сталого сільського господарства, оскільки вона дозволяє досягти високої точності в прогнозуванні та управлінні сільськогосподарськими процесами, що сприяє раціональному використанню ресурсів і забезпеченню оптимальних умов для вирощування рослин. У підсумку, сучасні агрономи здатні поєднувати традиційні знання з новітніми технологіями, що дозволяє забезпечити ефективність, екологічність та економічну доцільність аграрного виробництва.

У сучасних умовах цифровізації сільського господарства мобільні додатки та цифрові платформи відіграють дедалі важливішу роль у професійній діяльності агрономів. Вони забезпечують оперативний доступ до агрономічних даних, покращують ухвалення рішень, сприяють автоматизації обліку і планування, а також підвищують загальну ефективність агровиробництва.

Упродовж останніх років мобільні технології посіли центральне місце у трансформації сільського господарства, сприяючи підвищенню ефективності аграрного виробництва, забезпеченню доступу до агрономічних знань і покращенню логістики реалізації продукції. Аналіз сучасної літератури, свідчить про зростаючу роль мобільних додатків у цифровізації агросектору як у країнах, що розвиваються, так і в економічно розвинених державах.

Одним із ключових напрямів є використання мобільних платформ для управління фермерськими господарствами. Так,

дослідження Avinash Mr та ін. демонструє ефективність цифрових систем у зменшенні часових затрат на адміністративні й технічні процеси, оптимізації фінансового обліку та підвищенні врожайності за рахунок моніторингу показників поля [1, с. 119].

Mittal N., Kumar A. наголошують на важливості мобільних рішень, які дозволяють аграріям виходити на ринок без посередників. Розроблений додаток забезпечує електронну торгівлю сільгосппродукцією та містить агрономічну аналітику, що позитивно впливає на ринкову адаптивність дрібних виробників [2, с. 2]. Особливу увагу привертають додатки, орієнтовані на зменшення цифрової нерівності. Firame та ін. запропонували мобільне рішення для малих фермерів, яке полегшує доступ до насіння, добрив і консультацій. Дослідники вказують на значний вплив таких інструментів на зниження бар'єрів до знань у сільській місцевості [3, с. 369]. Розробки, адаптовані до конкретних потреб користувачів, демонструють ефективність у нішевих секторах. Так, Senthilkumar S. та ін. створили мобільний застосунок для тваринників, розроблений на основі опитування понад 200 представників цільової аудиторії, що забезпечило його релевантність і високу оцінку ефективності [4, с.321].

Додаток «Padi2U» для управління рисовим господарством є прикладом функціональної інтеграції: моніторинг погоди, дрон-зйомка, виявлення хвороб культур, агрокалендар тощо проаналізував в своїх працях Athirah R та ін. Його особливістю є національна мовна адаптація, що підвищує інклюзивність [5, с. 540]. Інтеграція Інтернету речей (IoT) з мобільними додатками відзначається у дослідженні Wahyudi D. та ін., де описано застосунок «Tagrinov 4.0». Він забезпечує контроль іригаційних систем, кислотності ґрунту та параметрів мікроклімату, що сприяє автоматизації тепличного виробництва [6, с. 756].

Огляд Mendes J. та ін. систематизує типи мобільних додатків у точному землеробстві, наголошуючи на їх потенціалі у забезпеченні доступної та точної діагностики стану культур. Автори підкреслюють можливість використання вбудованих сенсорів

смартфонів у польових умовах [7, с. 2]. Balkrishna A. та ін. у своєму ґрунтовному аналізі 73 аграрних додатків, поширених в Індії, ідентифікують наявність функціональних прогалин та відсутність комплексного підходу до агрономічного супроводу, що знижує ефективність впровадження цифрових інновацій у широких верствах фермерів [8, с. 2]. Таким чином, сучасні дослідження однозначно вказують на високий агрономічний потенціал мобільних технологій, хоча повноцінна їх реалізація потребує врахування специфіки локального контексту, зниження вартості доступу та підвищення цифрової грамотності сільського населення.

Українські вчені наголошують на важливості впровадження мобільних ІТ-рішень у практику аграріїв. Зокрема, Шевченко О. М. у своїх працях зазначає, що цифрові інструменти, такі як AgriBus-Navi, Plantix, FieldClimate, істотно покращують точність у визначенні термінів сівби, обробітку ґрунту, внесення добрив і засобів захисту рослин [9, с. 45]. Баранов І. П. та Головач Л. В. аналізують впровадження в Україні таких систем, як Cropio, Climate FieldView, AgroSmart, що дозволяють здійснювати супутниковий моніторинг полів, вести електронні журнали агронома, а також моделювати ризики втрат урожаю. Дослідники зазначають, що стримувальними чинниками є недостатня цифрова грамотність фермерів та обмежений доступ до високошвидкісного інтернету в сільській місцевості [10, с. 24]. На міжнародному рівні тема цифрової агрономії активно досліджується. Gebbers G. W. та Adamchuk V. I. у публікації в Precision Agriculture розглядають впровадження мобільних додатків у системи точного землеробства. Автори виокремлюють такі цифрові інструменти, як John Deere Operations Center, Trimble Ag Software та FarmLogs, які забезпечують збір, зберігання та обробку аграрних даних у реальному часі [11, с. 808].

Reddy M. K. зі співавторами підкреслюють значення мобільного додатку Plantix, що використовується у понад 50 країнах для діагностики хвороб рослин за допомогою алгоритмів штучного інтелекту. Застосування такого інструменту дозволяє не лише

оперативно виявляти проблеми, але й отримувати конкретні рекомендації щодо їх усунення – що особливо корисно для малих та середніх фермерських господарств [12, с. 185]. Також варто згадати дослідження Zhang C. та Kovacs J. M., які описують взаємозв'язок між розвитком цифрових сервісів в аграрному секторі та ефективністю управління сільськогосподарськими угіддями. Вони підкреслюють важливість геоінформаційних систем (GIS), платформ прогнозування погодних умов та врожайності (FarmWeather, Agrivi, FieldNET Advisor), які є необхідними для сучасного агро-виробництва [13, с. 973].

Отже, мобільні технології стають невід'ємною частиною агрономічної діяльності. Найпоширеніші функції таких додатків охоплюють: контроль посівів, прогнозування врожаю, аналіз стану ґрунтів, агрономічне картографування, планування агротехнічних заходів, діагностику хвороб рослин та облік витрат. Для повноцінної реалізації потенціалу цифрових інструментів необхідне підвищення цифрової грамотності аграріїв, розвиток ІТ-інфраструктури в сільських регіонах, а також адаптація програмного забезпечення до потреб конкретного господарства.

У період 2020–2025 рр. низка українських науковців приділила значну увагу дослідженням впровадження цифрових технологій у сільське господарство. Їхні роботи охоплюють аспекти застосування інформаційних технологій, мобільних додатків, Інтернету речей (IoT) та штучного інтелекту (AI) для підвищення ефективності аграрного виробництва та досягнення цілей сталого розвитку. Курепін В. М. та Іваненко В. С. розглянули роль цифрових технологій, таких як штучний інтелект, машинне навчання, аналітика великих даних та блокчейн, у трансформації агропродовольчих систем України. Вони підкреслили важливість цих технологій для зниження негативного впливу на довкілля та підвищення продуктивності сільського господарства [14, с. 62]. Гуржій Н. М. та Довбня К. О. проаналізували потенціал впровадження ІТ-технологій у сільське господарство України, зокрема мобільних додатків, які можуть сприяти адаптації до кліматичних змін та підвищенню ефективності аграрного

виробництва [15, с. 76]. Базака Р. В., Щепаняк А. С. та Костина О. С. вивчали вплив інформаційних технологій та інновацій на сталий розвиток аграрного сектору, акцентуючи увагу на використанні датчиків, дронів та штучного інтелекту для збору даних про врожай, ґрунт і погодні умови [16, с. 160]. Гапон В. досліджував особливості впровадження цифрових технологій у сільське господарство, зосереджуючись на інтеграції держави, бізнесу, науки та освіти в умовах цифровізації суспільства [17, с. 32]. Солоня О. В. та Скоромна О. І. розглядали застосування Інтернету речей та штучного інтелекту в аграрному секторі, підкреслюючи їхню роль у підвищенні ефективності сільськогосподарського виробництва [18, с. 44]. Мобільні додатки для агрономів можна класифікувати на кілька основних груп, кожна з яких має своє специфічне призначення та сприяє підвищенню ефективності сільськогосподарської діяльності. Ці додатки стали незамінними інструментами для агрономів, забезпечуючи швидкий доступ до інформації та точне виконання різноманітних обчислень і завдань [19].

Довідники (енциклопедії), це мобільні додатки цього типу, виконують роль цифрових заміників традиційних агрономічних енциклопедій та довідників. Вони містять велику базу знань, що дозволяє агрономам швидко знаходити потрібну інформацію щодо рослин, ґрунтів, агротехнічних заходів та інших аспектів сільського господарства. Завдяки наявності пошукових систем у цих додатках, агроном може оперативно отримувати точні відомості без потреби звертатися до численних друкованих джерел.

Щоденники, це мобільні додатки-щоденники замінюють паперові блокноти та календарі. Вони надають агрономам можливість вести детальні записи, складати графіки посівів, здійснювати обробку ґрунту, планувати заходи щодо захисту рослин та інші агротехнічні операції. Такі додатки є важливими інструментами для систематизації роботи та точного контролю за виконанням усіх необхідних агрономічних заходів.

Калькулятори, ці додатки надають можливість агрономам обчислювати точні норми висіву, дозування добрив або препаратів

для захисту рослин прямо в полі. Вони дозволяють швидко приймати обґрунтовані рішення на основі наданих розрахунків, що знижує ймовірність помилок і оптимізує використання ресурсів.

Навігатори та додатки для точного землеробства – забезпечують агрономів засобами для планування оптимальних шляхів руху сільськогосподарської техніки, що дозволяє знижувати витрати пального та підвищувати ефективність обробки полів. Додатки для точного землеробства також дозволяють виявляти нерівномірне зростання рослин і обробку ділянок поля, що в свою чергу сприяє підвищенню ефективності агрономічних процесів. Вимірювачі площі, це мобільні додатки для вимірювання площі дозволяють агрономам точно визначати розміри полів, що важливо для планування посівних площ на наступний сезон або для розмітки ділянок під нові посадки. Такі додатки особливо корисні при аналізі стану ґрунтів та розробці картографічних матеріалів для агрономічного планування.

Розпізнавачі (ідентифікатори) потрібні для використання камер в мобільних пристроях дозволяє агрономам за допомогою спеціальних додатків-розпізнавачів миттєво ідентифікувати рослини, шкідників, хвороби чи інші об'єкти, з якими можна зіткнутися в процесі агрономічної діяльності. Завдяки потужним алгоритмам штучного інтелекту, ці додатки можуть миттєво надати детальну інформацію, що допомагає в прийнятті рішень щодо подальших агротехнічних заходів.

Додатки-клуби необхідні для ефективного обміну знаннями та досвідом між фахівцями, на ринку також існують додатки-клуби, які функціонують як закриті спільноти агрономів. Ці платформи дозволяють фахівцям обмінюватися порадами та консультаціями, обговорювати актуальні проблеми, а також отримувати оперативну допомогу від колег, що є надзвичайно важливим для вирішення специфічних технічних або практичних питань.

Таким чином, мобільні додатки для агрономів є не лише зручним інструментом для автоматизації різноманітних процесів, а й потужним засобом підвищення точності, ефективності та економічності

агрономічної діяльності. Їх використання дозволяє знижувати витрати на ресурси, підвищувати врожайність та забезпечувати сталий розвиток сільського господарства [20].

Одним із найбільш популярних мобільних додатків для агрономів в Україні є додаток компанії Syngenta Україна, що належить до всесвітньо відомого лідера у галузі виробництва засобів захисту рослин та продажу насіння [21]. Цей додаток забезпечує користувачам доступ до широкого спектру інструментів та ресурсів, що підтримують ефективне ведення агрономічної діяльності. Мобільний додаток «Дім. Сад. Город» компанії «Сингента Україна» вже завантажили понад 18000 користувачів в Україні. Цей безкоштовний додаток надає інформаційну підтримку власникам присадибних ділянок, допомагаючи у захисті рослин від шкідників, хвороб та бур'янів [22].

Він включає калькулятори для агрономів, що дозволяють виконувати розрахунки норм внесення різноманітних засобів захисту рослин, а також визначати оптимальні дозування для конкретних умов. Крім того, додаток містить довідники з інформацією про шкідників, хвороби рослин та схеми захисту, що є незамінними інструментами для моніторингу стану сільськогосподарських культур і планування агрономічних заходів. Важливою особливістю цього мобільного додатку є прив'язка всіх нормативів та рекомендацій до чинного українського законодавства, що дозволяє агрономам здійснювати діяльність відповідно до національних стандартів і вимог, знижуючи ризики порушення правил використання агрохімікатів та інших засобів. Це робить додаток особливо цінним для фахівців, які працюють в Україні, адже він забезпечує актуальність та відповідність інформації до реальних умов аграрної практики. Таким чином, додаток Syngenta Україна є потужним інструментом для агрономів, який поєднує наукові розрахунки, актуальні рекомендації та законодавчі норми, що дозволяють підвищити ефективність та безпеку агрономічної діяльності в Україні.

«Агробаза» – це мобільний додаток, який виступає як енциклопедичний ресурс для агрономів, агрономічних консультантів та інших фахівців сільськогосподарської галузі. Додаток містить

детальну інформацію щодо шкідників, бур'янів, хвороб рослин, а також пестицидів, що використовуються для їх контролю. В табл. 1 згруповані основними можливостями додатку «Агробаза». Таким чином, «Агробаза» є комплексним інструментом для агрономів, що дозволяє не тільки збирати та систематизувати інформацію про основні агрономічні проблеми, але й здійснювати їх ефективне та своєчасне вирішення завдяки технологіям ідентифікації та доступу до бази пестицидів. Мобільний додаток Агробаза, незважаючи на свої значні переваги, має деякі обмеження та потенційні напрями для подальшого розвитку. Але споживачі визначили і ряд недоліків даного застосунку.

Таблиця 1

Основні можливості мобільного додатка «Агробаза»

Складові мобільного додатка	Характеристика можливостей
1	2
Енциклопедичні довідники	Додаток надає вичерпну інформацію про найбільш поширені шкідники, бур'яни та хвороби рослин, що дає агрономам можливість швидко отримати знання про ці проблеми та вжити необхідних заходів для їх контролю. Зокрема, містяться відомості про біологічні особливості організмів, шляхи їх поширення, ознаки ураження культур та методи боротьби.
Ідентифікація шкідників та хвороб	Однією з ключових функцій додатку є вбудована система ідентифікації, яка дозволяє користувачам здійснювати швидке розпізнавання бур'янів, хвороб і комах на основі фотографій. Це сприяє оперативному виявленню шкідливих організмів, що дозволяє агрономам приймати більш обґрунтовані рішення стосовно заходів боротьби.
Каталог пестицидів	Додаток містить каталог пестицидів, що включає інформацію про препарати, їхні активні речовини, методи застосування та дозування. Це дозволяє

Продовження таблиці 1

1	2
	агрономам вибирати найбільш ефективні засоби для контролю шкідників, бур'янів та хвороб відповідно до типу культури та конкретних умов вирощування.
Оновлення та актуалізація інформації	Оскільки умови сільськогосподарської діяльності та технології захисту рослин постійно змінюються, додаток надає регулярні оновлення щодо нових методів боротьби, сучасних препаратів та рекомендацій, що дозволяє користувачам працювати із актуальною інформацією.
Інтерфейс користувача	Додаток має зручний інтерфейс, який забезпечує швидкий доступ до необхідних розділів і можливість ефективно працювати з великими обсягами даних. Він забезпечує інтеграцію з іншими агрономічними інструментами та ресурсами, що підвищує загальну продуктивність роботи.

Джерело: складено автором

Обмеження ідентифікації тому що додаток має функцію ідентифікації шкідників, хвороб і бур'янів, точність цієї функції може бути залежною від якості фотографій та умов, у яких здійснюється знімок. У деяких випадках розпізнавання може бути неточним або неповним, що може призвести до помилок у визначенні проблеми. Обмежена база даних, через те що додаток містить велику кількість інформації, йому все ж може бракувати даних щодо рідкісних або нових шкідників, хвороб або пестицидів, оскільки агрономічна наука і технології постійно розвиваються. База даних може не завжди бути вчасно оновлена відповідно до новітніх наукових відкриттів та законодавчих змін. Проблеми з інтеграцією через те, що додаток може мати обмежену інтеграцію з іншими агрономічними інструментами або програмним забезпеченням, що може ускладнювати роботу з великими обсягами даних або їхню синхронізацію з іншими системами (наприклад, для точного землеробства чи аналізу ґрунтів). Залежність від мобільних пристроїв тому

що даний додаток потребує наявності смартфона або планшета з достатньою потужністю та якісною камерою, що може бути обмеженням для деяких користувачів, особливо в умовах сільської місцевості, де не завжди є доступ до сучасних гаджетів або стабільного інтернет-з'єднання.

Нами також сформовані перспективи розвитку даного додатку: поліпшення алгоритмів ідентифікації через вдосконалення алгоритмів розпізнавання, зокрема завдяки використанню більш потужних технологій штучного інтелекту та машинного навчання. Це дозволить підвищити точність ідентифікації навіть за умов низької якості зображень або складних ситуацій, таких як стадії розвитку шкідників або рослин. Перспективи розвитку включають постійне оновлення та розширення бази знань додатку, зокрема шляхом додавання нових видів шкідників, хвороб та новітніх пестицидів. Оновлення бази може також включати інтеграцію з міжнародними науковими ресурсами для забезпечення доступу до глобальних даних. Подальший розвиток може включати інтеграцію з іншими цифровими інструментами для агрономії, такими як системи точного землеробства, аналітичні платформи для аналізу ґрунту та кліматичних умов, а також з іншими програмними засобами для більш комплексного управління агрономічними процесами.

Розширення функціоналу мобільних додатків через введення нових функцій, наприклад, автоматичне сповіщення про зміни в законодавстві, нові рекомендації з управління сільськогосподарськими культурами, або можливість надання агрономічних порад у реальному часі через функцію чатів або консультацій з експертами. Збільшення доступності додатку для агрономів, які працюють у віддалених районах, може бути досягнуто через оптимізацію роботи додатку при низькій швидкості інтернет-з'єднання або розробку офлайн-версії, яка дозволить користуватися додатком без необхідності підключення до Інтернету. Перспективою розвитку є інтеграція додатку з соціальними

платформами для агрономів, де фахівці можуть обмінюватися досвідом, ділитися фотографіями та рекомендаціями щодо захисту рослин та обробки земель, що буде сприяти колективному розвитку агрономічної практики.

Мобільний додаток «Агробаза» має великий потенціал для розвитку в напрямку покращення точності ідентифікації, розширення функціоналу та інтеграції з іншими технологіями [23]. Зважаючи на швидкий розвиток агрономічних технологій та потребу в точному та оперативному вирішенні проблем сільськогосподарського виробництва, цей додаток може стати ще більш важливим інструментом для агрономів у майбутньому.

«СкаЖений Агроном» – це мобільний додаток, що виконує функцію професійного клубу для агрономів в Україні, забезпечуючи платформу для обміну знаннями та досвідом між фахівцями в галузі сільського господарства [24]. Додаток сприяє комунікації в режимі реального часу, що дозволяє агрономам оперативно отримувати консультації з різних аспектів вирощування сільськогосподарських культур, а також обговорювати новітні методи управління агропроцесами. В табл. 2 здійснено огляд функцій мобільного додатку «СкаЖений Агроном».

Перспективою є інтеграція додатку з іншими цифровими платформами для агрономів, такими як системи моніторингу погодних умов, аналітичні інструменти для обробки даних та технології точного землеробства, що дозволить більш ефективно управляти всіма аспектами сільськогосподарської діяльності. Пріоритетним напрямом є розвиток адаптивності агрономів до нових умов клімату, законодавчих змін та ринкових трендів. Додаток надає можливість оперативно реагувати на зміни та швидко адаптуватися до нових викликів в агрономічній практиці. Нами визначені пріоритети застосування додатку: покращення ефективності управління агрономічними процесами завдяки можливості отримувати своєчасні консультації та рекомендації.

Таблиця 2

Огляд функцій мобільного додатка «СкаЖений Агроном»

Складові мобільного додатка	Характеристика можливостей
Обмін знаннями та досвідом в реальному часі	Додаток дозволяє агрономам обмінюватися практичними порадами та науковими рекомендаціями, що стосуються вирощування різних сільськогосподарських культур. Це особливо важливо для оперативного вирішення проблем, таких як боротьба з шкідниками, хворобами рослин або оптимізація агротехнічних заходів.
Консультації від експертів та колег	Користувачі додатку мають можливість звертатися до більш досвідчених колег або фахівців-консультантів для отримання детальних відповідей на конкретні питання, що виникають у процесі роботи. Це дозволяє отримувати індивідуалізовані рекомендації, орієнтовані на конкретні умови господарства.
Обговорення нових технологій та інновацій	Платформа сприяє обговоренню новітніх досягнень у сфері агрономії, таких як інноваційні методи вирощування, сучасні засоби захисту рослин, а також застосування нових технологій, зокрема автоматизації процесів та точного землеробства.
Форум для вирішення актуальних проблем	Додаток дозволяє створювати тематичні обговорення, де фахівці можуть задавати питання або ділитися вирішенням конкретних проблем, з якими вони стикнулися в процесі своєї роботи, таким чином сприяючи колективному розв'язанню агрономічних задач.
Мобільний доступ до актуальної інформації	«СкаЖений Агроном» забезпечує мобільний доступ до актуальних даних щодо стану сільськогосподарських культур, рекомендацій з їх обробки та захисту. Це дозволяє користувачам бути в курсі останніх наукових досліджень і тенденцій у сільському господарстві.

Джерело: складено автором

Агрономи можуть значно підвищити ефективність управління агрономічними процесами, зокрема, в плануванні та оптимізації витрат на засоби захисту рослин, добрива та інші ресурси; створення професійної спільноти це є пріоритетним напрямком розвитку, формування активної та динамічної спільноти агрономів, де фахівці зможуть не тільки обмінюватися досвідом, але й вчитися один у одного, підвищуючи загальний рівень агрономічної освіти та професіоналізму; швидке реагування на проблеми сільсько-господарських культур завдяки можливості миттєво отримувати відгуки та поради від колег, агрономи можуть швидко реагувати на зміни в умовах вирощування культур або на виникнення проблем, таких як поява шкідників чи хвороб.

Мобільний додаток «СкаЖений Агроном» є потужним інструментом для професіоналів агрономічної галузі в Україні, сприяючи обміну знаннями, науковими даними та практичним досвідом. Він підвищує ефективність управління агрономічними процесами, сприяє створенню активної професійної спільноти та дозволяє оперативно вирішувати проблеми, що виникають у процесі вирощування сільськогосподарських культур. З огляду на потенціал розвитку та інтеграції з іншими агрономічними інструментами, додаток може стати важливим елементом в еволюції сучасного агрономічного середовища. Мобільний додаток «СкаЖений Агроном» є потужним інструментом для обміну знаннями серед агрономів, проте, як і будь-яка технологія, він має певні недоліки та виклики, що можуть бути враховані для його подальшого вдосконалення.

Але нами визначені окремі недоліки даного додатку: обмеження в точності та достовірності інформації, оскільки додаток базується на обміні досвідом серед користувачів, є ризик отримання неперевіраних або неточних порад. Це може призвести до застосування неефективних або навіть шкідливих методів обробки культур. Проблема полягає в тому, що не всі користувачі додатку мають однаковий рівень професіоналізму та досвіду. Хоча додаток дозволяє обмінюватися знаннями

в широкому спектрі агрономічних питань, він може не надавати глибоких і детальних консультацій з вузьких тем, що потребують висококваліфікованих експертів. Це обмежує його ефективність у вирішенні специфічних або складних агрономічних задач. Інтерфейс додатку може бути складним для нових користувачів або для агрономів, які не мають досвіду в користуванні сучасними мобільними технологіями. Проблеми з інтуїтивною навігацією можуть знижувати ефективність використання додатка, особливо в умовах стресу чи термінових ситуацій. Оскільки додаток ґрунтується на обміні інформацією в режимі реального часу, його використання в районах з поганим мобільним зв'язком або інтернет-з'єднанням може бути ускладнене. Це є особливо актуальним для віддалених сільських територій, де доступ до стабільного інтернету обмежений. «Ска-Жений Агроном» може мати обмежену інтеграцію з іншими агрономічними платформами або інструментами, такими як системи для моніторингу стану ґрунту, погодні сервіси чи технології точного землеробства. Це обмежує можливості для комплексного управління агрономічними процесами. В наших дослідження визначені перспективні напрями розвитку: для підвищення достовірності наданої інформації можна ввести систему модерації або рейтингування консультацій, щоб дозволити користувачам оцінювати якість відповідей та перевіряти їх через експертів або наукові джерела. Створення партнерства з науковими установами та фахівцями також може забезпечити високий рівень точності порад; додаток може включати можливість прямої консультації з висококваліфікованими експертами з вузьких агрономічних питань, що дозволить отримувати більш детальну та професійну допомогу в складних ситуаціях. Також можна створити спеціалізовані групи або форуми для обговорення узкоспеціалізованих проблем; оновлення інтерфейсу з урахуванням зручності для користувачів різних рівнів навичок у мобільних технологіях стане важливим кроком у підвищенні ефективності використання додатка.

Розробка більш інтуїтивно зрозумілих меню та функцій дозволить полегшити доступ до всіх можливостей платформи; для забезпечення безперервної роботи додатку в умовах поганого інтернет-з'єднання можна розглянути можливість створення офлайн-режиму, де користувачі можуть завантажувати необхідні матеріали, консультації та обговорення для подальшого доступу без інтернету; для забезпечення комплексного управління агрономічними процесами важливо інтегрувати додаток з іншими системами моніторингу та аналізу (наприклад, системами для моніторингу погодних умов, базами даних для аналізу ґрунту або інструментами для точного землеробства). Це дозволить агрономам отримувати більш точні й актуальні дані для ухвалення обґрунтованих рішень; впровадження можливості додавати фотографії, відео та інші мультимедійні матеріали до обговорень може значно підвищити ефективність спілкування між користувачами та допомогти в ідентифікації проблем та пошуку рішень. Мобільний додаток «СкаЖений Агроном» має значний потенціал для розвитку та вдосконалення, однак для досягнення більшої ефективності та поширення серед агрономів необхідно працювати над покращенням точності інформації, розширенням функціоналу, оптимізацією інтерфейсу, а також інтеграцією з іншими агрономічними технологіями. Враховуючи ці напрями розвитку, додаток може стати важливим інструментом для професіоналів у галузі сільського господарства в Україні.

«Агроном» – це мобільний додаток, який поєднує функції калькулятора і енциклопедії, для розрахунку внесення необхідних поживних речовин у ґрунт, що є критичним аспектом у забезпеченні оптимальних умов для росту сільськогосподарських культур [25]. Основною метою цього додатку є допомога агрономам у визначенні точних норм внесення добрив і поживних речовин, з урахуванням типу ґрунту, потреб рослин та агрономічних умов. В табл. 3 проаналізовані функціональні можливості додатка «Агроном».

Таблиця 3

Функціональні можливості мобільного додатка «Агроном»

Складові мобільного додатка	Характеристика можливостей
Розрахунок необхідних норм внесення добрив	Додаток дозволяє агрономам точно визначати кількість необхідних поживних речовин для внесення в ґрунт, враховуючи специфіку сільськогосподарських культур, тип ґрунту та його початковий склад. Це дає можливість забезпечити рослини всіма необхідними елементами для їх оптимального росту і розвитку.
Інтерактивна база даних з агрономічними довідниками	У додатку міститься енциклопедія, що охоплює різноманітні аспекти агрономії, зокрема характеристики ґрунтів, типи добрив, методи їх застосування та ефективність різних підходів до внесення поживних речовин. Це дозволяє агрономам отримувати швидко і точну інформацію при прийнятті рішень.
Автоматичне коригування розрахунків згідно з локальними умовами	Додаток здатен враховувати специфічні умови користувача, такі як клімат, тип ґрунту, попередні культури, що дозволяє забезпечити точність розрахунків для конкретних агрономічних умов. Це дозволяє підвищити ефективність використання добрив та знизити їх надлишкове застосування.
Прогнозування потреб рослин у поживних елементах	Додаток може надавати прогнози щодо змін у потребах рослин у поживних речовинах в залежності від стадії росту культури та інших факторів, таких як погодні умови. Це дозволяє агрономам своєчасно коригувати внесення добрив, знижуючи ризик їх недостачі чи надлишку.
Інтерфейс з рекомендаціями щодо поліпшення структури ґрунту	Додаток може включати рекомендації щодо технологій поліпшення структури ґрунту, таких як застосування органічних добрив, мульчування, використання покривних культур, що сприяє збереженню родючості ґрунту та підвищенню його біологічної активності.

Джерело: складено автором

Нами визначені недоліки даного додатку: одним із значних обмежень є те, що точність розрахунків може бути знижена через недостатню деталізацію даних про конкретні типи ґрунтів і їх хімічний склад, а також через різноманітність в агрономічних практиках по регіонах; оскільки агрономічні рекомендації можуть змінюватися в залежності від нових наукових досліджень або змін у законодавстві, додаток потребує регулярного оновлення інформаційних баз і норм, що може вимагати значних зусиль від розробників; розрахунки залежать від точності даних, введених користувачем, таких як тип ґрунту, рівень поживних речовин, а також конкретні умови вирощування. Невірне введення даних може призвести до неадекватних рекомендацій; додаток може мати обмежену здатність до інтеграції з іншими системами управління агрономічними процесами, такими як платформи для моніторингу стану ґрунту, погодні сервіси або технології точного землеробства; додаток може надавати рекомендації на основі теоретичних даних, але не завжди враховує довгострокові ефекти внесення певних поживних речовин на ґрунт і навколишнє середовище.

Нами визначені основні пріоритети та напрями розвитку додатку: для підвищення точності розрахунків необхідно забезпечити додаток більш детальними даними про властивості ґрунтів в різних регіонах, враховуючи їх хімічний склад, кислотність, вологість тощо. Це дозволить точніше визначати потреби рослин у поживних елементах; розвиток додатку шляхом інтеграції з іншими технологіями, такими як системи моніторингу стану ґрунту, погодні сервіси, супутникові дані та інструменти для точного землеробства, дозволить створити більш комплексне середовище для управління агрономічними процесами; оновлення та розширення бази знань додатку, зокрема щодо новітніх агрономічних досліджень, змін у законодавстві, нових добрив і методів їх застосування, є необхідною умовою для забезпечення актуальності і точності рекомендацій; застосування методів штучного інтелекту та машинного навчання для покращення прогнозування потреб рослин у поживних речовинах дозволить розвинути

додаток у напрямку більш точної адаптації рекомендацій до змінних умов навколишнього середовища; розробка додатку з можливістю використання офлайн (без постійного доступу до Інтернету) та надання користувачам доступу до різноманітних функцій, таких як аналіз ґрунту, управління внесенням добрив та планування сівозміни, стане важливим етапом розвитку. Мобільний додаток «Агроном» є важливим інструментом для агрономів, що займаються розрахунком внесення поживних речовин у ґрунт.

«Geometer» – професійний мобільний додаток [26], розроблений компанією ГеоМетр Україна, який дозволяє здійснювати точний обмір площ земельних ділянок, а також проводити їх розбивку для сільськогосподарських потреб (табл. 4).

Однак, для досягнення більш високої ефективності його використання, необхідно враховувати актуалізацію даних, точність розрахунків, інтеграцію з іншими агрономічними платформами та технологіями, а також підвищення функціональності. Розвиток цих напрямів дозволить додатку стати більш потужним і ефективним інструментом для сучасного агронома. Однією з основних функцій є інтеграція з хмарним веб-сервісом Агропрофіль, що забезпечує збереження всіх даних про земельні ділянки в реальному часі та доступ до них з будь-якого пристрою з підключенням до Інтернету.

Нами визначені позитивні аспекти додатку: завдяки інтеграції з GPS та можливості перевірки даних через Геокадастр України, додаток забезпечує високу точність вимірів і надає користувачам можливість швидко та ефективно визначати точні межі земельних ділянок; Geometer має простий і зрозумілий інтерфейс, що робить його доступним навіть для користувачів, які не мають значного досвіду в галузі геодезії чи землевпорядкування; хмарне зберігання даних забезпечує безпечний доступ до інформації з будь-якого місця і в будь-який час, що особливо зручно для великих сільськогосподарських підприємств, де важливо мати доступ до актуальних даних про земельні ділянки; завдяки спеціалізованим пристроям Geometer SCOUT, які мають підвищену стійкість до зовнішніх впливів, додаток можна використовувати навіть у складних польових умовах, де традиційні мобільні пристрої можуть вийти з ладу.

Таблиця 4

Особливості застосування додатка «Geometer»

Складові мобільного додатка	Характеристика можливостей
Обмір земельних ділянок	Додаток дозволяє агрономам, землеустроєм та іншим фахівцям точно вимірювати площу земельних ділянок за допомогою мобільних пристроїв, таких як смартфони чи планшети. Процес вимірювання здійснюється через використання вбудованих GPS-систем, що гарантує високу точність вимірів.
Розбивка полів	Однією з важливих функцій є можливість розбивки полів для майбутніх посівів, планування сівозміни, а також підготовки до агрономічних робіт. Користувачі можуть отримувати точні координати та межі ділянок, що значно спрощує процес землевпорядкування.
Інтеграція з Геокадастром України	Геометр надає можливість перевіряти межі та точку розташування земельних ділянок безпосередньо на карті Геокадастру України, що є значною перевагою порівняно з аналогічними додатками. Це дає змогу точно визначати місце розташування ділянки в межах офіційно зареєстрованої земельної інформації.
Хмарне зберігання даних	Всі дані, отримані за допомогою додатку, зберігаються в хмарному веб-сервісі Агропрофіль, що дозволяє користувачам мати доступ до актуальної інформації в будь-який час та з будь-якого пристрою. Це особливо важливо для великих господарств, де необхідно підтримувати зв'язок між різними відділами та фахівцями.
Спеціалізовані пристрої	Додаток також доступний на спеціальних мобільних пристроях Geometer SCOUT, які захищені від механічних пошкоджень, пилу і вологи, що дозволяє використовувати його навіть в умовах важкого виробничого середовища, таких як відкриті поля чи виробничі об'єкти.

Джерело: складено автором

Крім позитивних аспектів нами визначені окремі недоліки додатку: додаток орієнтований на професіоналів, що може обмежувати його використання серед менш досвідчених користувачів. Для новачків у галузі землевпорядкування чи агрономії може виникнути певна складність в освоєнні функціоналу додатку без попередньої підготовки; хоча додаток доступний на смартфонах та планшетах, для забезпечення належної точності вимірів і роботи з хмарними сервісами можуть знадобитися мобільні пристрої високого класу з потужними GPS-системами. Використання бюджетних пристроїв може призвести до зниження точності даних; всі дані зберігаються в хмарі, що вимагає наявності стабільного Інтернет-з'єднання для доступу до інформації. Відсутність зв'язку в польових умовах може обмежити можливість отримання актуальних даних або редагування інформації; оскільки додаток використовує дані з Геокадастру України, можуть виникнути затримки в оновленні картографічних матеріалів, що може призвести до неточностей у визначенні меж земельних ділянок, якщо інформація на карті не була своєчасно оновлена.

Пріоритети та напрями розвитку даного додатку: розвиток можливостей для інтеграції з іншими платформами, що використовуються в агрономії та землевпорядкуванні, дозволить створити більш комплексну екосистему для управління земельними ділянками; для забезпечення широкого доступу до додатка варто розглянути можливість підтримки додаткових мобільних пристроїв з різними характеристиками, щоб забезпечити можливість використання як для професіоналів, так і для новачків; оскільки мобільний додаток залежить від Інтернет-з'єднання для збереження і обміну даними в хмарному сервісі, розробка функцій, що дозволяють працювати в режимі офлайн, стане важливим напрямом розвитку, особливо в польових умовах, де доступ до Інтернету може бути обмежений; . для забезпечення високої точності додатку в подальшому необхідно забезпечити більш регулярне оновлення картографічних даних, що використовуються для перевірки меж земельних ділянок, що дозволить усунути можливі неточності.

Додаток «Geometer» є потужним інструментом для обмірів та розбивки земельних ділянок, що має безліч переваг, зокрема високу точність, інтеграцію з Геокадастром України та можливість зберігання даних у хмарі. Однак для його вдосконалення необхідно працювати над покращенням підтримки різних типів пристроїв, функціоналом офлайн-доступу та оновленням картографічних даних.

«Geotrack EVO» – професійний мобільний додаток, розроблений компанією ГеоМетр Україна, який призначений для систем паралельного водіння та агронавігації. Цей додаток є доповненням до Geometer, і разом з ним він надає комплексне рішення для агрономів і операторів сільськогосподарської техніки, орієнтуючись на підвищення ефективності обробки ґрунтів та оптимізацію використання технічних засобів в аграрному секторі. В табл. 5 визначені ключові можливості мобільного додатка Geotrack EVO. Визначені окремі недоліки додатку Geotrack EVO: для забезпечення високої точності роботи системи паралельного водіння та агронавігації, Geotrack EVO вимагає використання техніки з потужними GPS-системами та сучасними сенсорами. Недостатньо точні або застарілі пристрої можуть значно знизити ефективність використання додатку; для максимально ефективного використання та доступу до аналітики в режимі реального часу необхідно стабільне Інтернет-з'єднання.

Це може бути обмеженням в деяких регіонах або на великих полях з поганим покриттям мережі; впровадження системи паралельного водіння та агронавігації вимагає значних фінансових витрат, включаючи придбання відповідного обладнання (системи GPS, датчики) і навчання персоналу. Це може бути недоступно для малих фермерських господарств; додаток може бути складним для користувачів, які не мають досвіду в агронавігації або точному землеробстві. Встановлення та налаштування системи паралельного водіння потребує додаткової технічної підтримки та знань про роботу сільськогосподарських машин. Запропоновані перспективи розвитку додатку Geotrack EVO: для поліпшення користувацького досвіду в майбутньому можливою є інтеграція з іншими

Таблиця 5

Ключові можливості мобільного додатка Geotrack EVO

Складові мобільного додатка	Характеристика можливостей
Система паралельного водіння	Geotrack EVO забезпечує точне паралельне водіння сільськогосподарської техніки, що дозволяє агрономам і водіям здійснювати обробку земельних ділянок з високою точністю, мінімізуючи пропуски та перекриття в обробці. Це значно знижує витрати на паливо, зменшує навантаження на техніку і забезпечує рівномірність обробки ґрунту.
Агронавігація та планування маршруту	За допомогою Geotrack EVO можна оптимізувати маршрути руху сільськогосподарської техніки, враховуючи рельєф місцевості, межі полів та існуючі перешкоди. Це дозволяє не тільки підвищити ефективність роботи техніки, але й забезпечити економію часу, знизивши витрати на обробку великих земельних площ.
Інтеграція з іншими аграрними системами	Додаток підтримує інтеграцію з іншими агрономічними та агронавігаційними платформами, такими як Geometer, що дозволяє агрономам повністю автоматизувати процес обробки полів. Використання даних з хмарних сервісів і систем точного землеробства дозволяє отримати детальніше уявлення про стан ґрунту та необхідність внесення добрив чи засобів захисту.
Моніторинг та аналітика	Geotrack EVO надає можливість здійснювати моніторинг діяльності сільськогосподарської техніки в реальному часі. Завдяки аналітичним функціям додатку, користувачі можуть оцінювати ефективність використання ресурсів, таких як паливо, засоби захисту рослин, а також динаміку роботи техніки в процесі обробки земель.

Джерело: складено автором

сільськогосподарськими платформами, що дозволить автоматично передавати дані між різними системами для більш точного управління агрономічними та земельними процесами; розвиток функцій для малих тракторів і іншої техніки з меншою потужністю дозволить адаптувати додаток для малих фермерських господарств. Це дасть змогу більш широкому колу користувачів скористатися технологією паралельного водіння та агронавігації.

Для покращення ефективності роботи в умовах обмеженого Інтернет-з'єднання варто розвивати можливості офлайн-режиму для геолокаційних функцій, що дозволить здійснювати точний обмір і навігацію без постійного підключення до Інтернету. Подальший розвиток функцій аналітики і моніторингу в реальному часі дозволить агрономам та операторам краще відстежувати не тільки ефективність роботи техніки, але й стан ґрунту, рельєфу, метеорологічні умови, що дасть змогу приймати обґрунтованіші рішення щодо управління сільськогосподарським процесом.

Додаток «Geotrack EVO» є потужним інструментом для агрономів, який забезпечує точне паралельне водіння та агронавігацію, що сприяє підвищенню ефективності обробки земельних ділянок. Проте для досягнення максимального потенціалу, потрібно подолати ряд обмежень, таких як висока вартість впровадження та залежність від висококласних пристроїв. Подальший розвиток цього додатку може значно покращити його функціональність та доступність для ширшого кола користувачів.

«Мобільний агроном» – офіційний додаток від компанії Кернел, який спрямований на автоматизацію та оптимізацію процесів агрономічного менеджменту в аграрному секторі. Додаток дозволяє агрономам та фахівцям з управління сільським господарством ефективно здійснювати моніторинг і керування витратами на насіння, пестициди, товарно-матеріальні цінності (ТМЦ) та інші ресурси, необхідні для ведення сільськогосподарської діяльності. В табл. 6 проаналізовані функціональні переваги додатка «Мобільний агроном».

Додаток «Мобільний агроном» є потужним інструментом для агрономів, спрямованим на автоматизацію процесів управління ресурсами та оптимізацію витрат на сільськогосподарські матеріали.

Таблиця 6

Функціональні переваги додатка «Мобільний агроном»

Складові мобільного додатка	Характеристика
1	2
Автоматизація управління ресурсами	Додаток дозволяє агрономам здійснювати моніторинг витрат на насіння, пестициди, добрива та інші матеріали у реальному часі, що забезпечує високий рівень контролю та зниження витрат на ресурси. В автоматичному режимі здійснюється облік витрат матеріальних ресурсів, що дозволяє оперативно коригувати плани і здійснювати їх коректне управління.
Оптимізація витрат	Завдяки точному обліку і розподілу матеріальних ресурсів (насіння, пестициди, ТМЦ) на різні ділянки полів, додаток дозволяє оптимізувати їх витрату. Це зменшує ризики перевитрати ресурсів і сприяє максимальному використанню наявних матеріалів, знижуючи загальні витрати на виробництво сільськогосподарської продукції.
Прогнозування та планування	Мобільний агроном забезпечує агрономів можливістю прогнозувати потреби в ресурсах на майбутні сезони, що дозволяє своєчасно закуповувати необхідні матеріали, планувати їх доставку та ефективно розподіляти на полях. Завдяки детальним даним і аналітиці, агрономи можуть приймати більш обґрунтовані рішення щодо вибору сортів насіння, оптимальних норм внесення пестицидів і добрив.

Продовження таблиці 6

1	2
Інтеграція з іншими системами управління	Додаток взаємодіє з іншими платформами і програмами управління агрономічними процесами, що дає змогу отримувати повні дані про стан полів, схеми обробки та результати застосування засобів захисту рослин, а також здійснювати їх коригування залежно від змінних умов.
Підвищення ефективності робочих процесів	Використання мобільного додатку дозволяє агрономам автоматизувати багато аспектів управління полями, що знижує необхідність в ручному обробці даних, прискорює процеси звітності та покращує загальну ефективність ведення господарства. Це дозволяє фахівцям зосередитися на стратегічних аспектах ведення агробізнесу, підвищуючи загальну продуктивність.
Мобільність та доступність даних	Оскільки додаток має мобільну платформу, агрономи можуть отримувати необхідну інформацію та здійснювати управління ресурсами в будь-якому місці та в будь-який час, що підвищує оперативність реагування на зміни умов або потреби в ресурсах.
Зручний інтерфейс	Додаток має зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що дозволяє агрономам швидко орієнтуватися в системі, знаходити необхідну інформацію та здійснювати управлінські операції без значних затрат часу на навчання або адаптацію до програмного забезпечення.

Джерело: складено автором

«Байер: Асистент агронома» – мобільний додаток для агрономів, розроблений компанією Bayer Україна, та її можливості застосування в табл. 7.

Його застосування дозволяє досягти високого рівня ефективності, знизити витрати і підвищити якість агрономічного менеджменту, що, в свою чергу, веде до підвищення прибутковості сільськогосподарських підприємств.

Таблиця 7

**Розширені можливості
застосування додатка «Байер: Асистент агронома»**

Переваги	Характеристика
1	2
Інтегрований довідник рослин і шкідників	Додаток включає докладний довідник, що охоплює широкий спектр рослин та шкідників, характерних для українських агропейзажів. Така база даних надає агрономам можливість швидко і точно ідентифікувати шкідливі організми, хвороби та визначати оптимальні способи боротьби з ними, що є критично важливим для своєчасного вжиття заходів з обробки і захисту посівів.
Калькулятори для агронома	Вбудовані калькулятори дозволяють агрономам здійснювати швидкі розрахунки щодо норм внесення добрив, пестицидів, гербіцидів та інших агрохімікатів. Це дає змогу оптимізувати витрати на засоби захисту рослин та забезпечити точне застосування необхідних речовин, що, в свою чергу, сприяє збереженню навколишнього середовища і зниженню витрат на агрономічні операції.
Каталог продукції Bayer	Додаток надає доступ до повного каталогу агрохімічної продукції, що виробляється компанією Bayer, з детальними характеристиками та інструкціями щодо застосування. Це дозволяє агрономам отримати актуальну інформацію щодо ефективності препаратів, що використовуються для захисту сільськогосподарських культур, та правильно обирати продукцію в залежності від специфіки вирощуваних культур і наявних проблем.

Продовження таблиці 7

1	2
Зв'язок з українським законодавством	Оскільки додаток включає актуальну інформацію, прив'язану до законодавчих вимог України, агрономи отримують змогу працювати згідно з національними стандартами та регламентами щодо використання агрохімії, що знижує ризики порушень і забезпечує відповідність місцевим нормативам.
Підвищення ефективності управління агропроцесами	Завдяки швидкому доступу до необхідної інформації та інструментів для планування та розрахунків, додаток дозволяє агрономам краще планувати і координувати агропроцеси, знижуючи ймовірність помилок при розрахунках і виборі препаратів.
Мобільність та доступність	Мобільний формат додатку забезпечує агрономам доступ до всіх необхідних інструментів і даних безпосередньо в полі, що дозволяє оперативно приймати рішення і вживати заходів на основі актуальної інформації, що значно підвищує продуктивність і зменшує час, витрачений на пошук та обробку даних.
Інтерфейс, адаптований для користувачів	Інтерфейс додатку спроектовано таким чином, щоб забезпечити максимальну зручність у використанні, незалежно від рівня досвіду користувача. Це дозволяє агрономам швидко освоїти програму і інтегрувати її у свою щоденну діяльність.

Джерело: складено автором

Додаток сприяє підвищенню ефективності роботи агрономів шляхом надання їм доступу до цінної інформації, інструментів для розрахунків та продукції компанії Bayer. Додаток містить інтегровані функції, що допомагають фахівцям у галузі агрономії ефективно вирішувати завдання, пов'язані з обробкою та захистом рослин, а також управлінням сільськогосподарськими процесами.

Мобільний додаток «Байер: Асистент агронома» є потужним інструментом для агрономів, що забезпечує доступ до детальної

і актуальної інформації про рослини, шкідників та продукцію компанії Bayer, а також надає зручні інструменти для розрахунку витрат і оптимізації застосування агрохімії. Це сприяє підвищенню ефективності агрономічного менеджменту, зменшенню витрат на агрозаходи та покращенню результатів вирощування сільськогосподарських культур.

«Agronomist» – мобільний додаток, розроблений для користувачів системи агрономічного обліку AgroOnline, який надає агрономам можливість здійснювати оперативний моніторинг стану сільськогосподарських культур, фіксувати фото – та відеоматеріали безпосередньо на полях та надсилати звіти в основну систему для подальшого аналізу і прийняття управлінських рішень. Нами в табл. 8 згруповані можливості застосування додатку «Agronomist».

Мобільний додаток «Agronomist» є потужним інструментом для агрономів, що працюють у системі AgroOnline. Він дозволяє значно підвищити ефективність моніторингу та управління станом сільськогосподарських культур завдяки оперативному збору та передачі даних в реальному часі, покращує точність звітності, а також забезпечує високий рівень взаємодії серед фахівців агрономічного сектору. Це сприяє прийняттю більш обґрунтованих рішень, що веде до підвищення продуктивності та оптимізації процесів у сільському господарстві.

Таблиця 8

**Можливості та переваги
застосування додатка «Agronomist»**

Переваги	Можливості
1	2
Оперативний моніторинг та звітність	Завдяки можливості знімати фото і відео прямо на місці, агрономи можуть фіксувати реальний стан полів та культур у режимі реального часу. Ці дані негайно надсилаються в систему AgroOnline, що дозволяє здійснювати швидкий аналіз ситуації та вжити необхідних заходів щодо покращення стану посівів. Такий підхід

Продовження таблиці 8

1	2
	дозволяє значно знизити часові витрати на передачу інформації і підвищити оперативність реагування.
Забезпечення точності та достовірності даних	Завдяки функціям фотозвітності та відеофіксації, агрономи мають можливість фіксувати фактичний стан полів у найдрібніших деталях, що підвищує точність та достовірність звітності. Відео та фото матеріали служать надійним джерелом інформації для подальшого аналізу стану культур і прийняття рішень.
Безперервний доступ до актуальної інформації	Доступ до мобільного додатку дозволяє агрономам перебувати на полі, при цьому підтримуючи безперервний зв'язок з центральною базою даних AgroOnline. Це забезпечує постійний доступ до актуальної інформації про стан полів, що дозволяє ефективно організовувати роботу і своєчасно реагувати на зміни.
Покращена взаємодія між фахівцями	Оскільки додаток доступний лише для зареєстрованих користувачів системи AgroOnline, він сприяє створенню єдиного інформаційного простору для агрономів і менеджерів, забезпечуючи обмін даними в межах однієї організації. Це покращує комунікацію і дозволяє здійснювати спільне прийняття рішень на основі одних і тих же даних.
Легкість в обробці звітів	Мобільний додаток значно спрощує процес складання звітності. Агрономи можуть не тільки зафіксувати фото та відео матеріали, а й прикріпити їх до відповідних звітів, що значно знижує ймовірність помилок при обробці та аналізі даних. Це дозволяє автоматизувати багато рутинних операцій і знизити адміністративне навантаження на агрономів.
Захист та безпека даних	Оскільки додаток є частиною системи AgroOnline, він гарантує високий рівень безпеки і захисту персональних даних користувачів. Всі відправлені звіти та матеріали зберігаються в захищеній інформаційній системі, що запобігає витоку або втраті важливої агрономічної інформації.

Продовження таблиці 8

1	2
Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс	Додаток розроблений таким чином, щоб бути максимально зручним і зрозумілим для агрономів. Його інтерфейс дозволяє швидко орієнтуватися і ефективно використовувати всі функціональні можливості, навіть для користувачів, які не мають великих технічних навичок.

Джерело: складено автором

«Агріо» – мобільний додаток професійного рівня, розроблений для виявлення хвороб і шкідників рослин шляхом аналізу фотографій, супутникових знімків та прогнозів погоди. Цей додаток, побудований на основі штучного інтелекту (ШІ), використовує гігабайти даних, що містять реальні фотографії рослин з полів по всьому світу, для точного і своєчасного визначення загроз здоров'ю сільськогосподарських культур. В табл. 9 наведена інформація щодо змісту та функціоналу мобільного додатку «Агріо».

Таблиця 9

Зміст та функціонал мобільного додатка «Агріо»

Зміст функціоналу	Характеристика
1	2
Ідентифікація хвороб і шкідників за допомогою штучного інтелекту	Завдяки алгоритмам штучного інтелекту, додаток здатний аналізувати зображення рослин, на яких можуть бути ознаки захворювань або пошкоджень шкідниками. За допомогою навчання на великому обсязі реальних фотографій, додаток може швидко і точно визначати типи хвороб, шкідників чи стресових ситуацій, що дозволяє агрономам своєчасно вжити заходів для захисту рослин.
Інтеграція з супутниковими знімками	Додаток використовує супутникові знімки, що дозволяє здійснювати моніторинг великих територій, відстежувати розвиток культур та

Продовження таблиці 9

1	2
	виявляти потенційні проблеми ще до того, як вони стануть помітними на рівні окремих рослин. Це дає змогу здійснювати раннє попередження і дозволяє оптимізувати планування агрозаходів.
Прогнози погоди та їх вплив на стан рослин	Мобільний додаток має можливість інтеграції з метеорологічними даними, що дозволяє агрономам прогнозувати умови для розвитку хвороб і шкідників. Прогнози погоди враховують зміни температури, вологості, опадів, які можуть сприяти розвитку конкретних видів шкідників або захворювань. Це дає змогу здійснювати більш ефективне планування обробок і захисту рослин від стресових факторів навколишнього середовища.
Глобальна база даних	Мобільний додаток містить величезну базу даних, що включає реальні фотографії рослин з різних куточків світу. Це дозволяє порівнювати рослини на полях із прикладами з глобальної бази, що підвищує точність виявлення захворювань і шкідників, враховуючи різні кліматичні та географічні умови.
Зручність і доступність для користувачів	Інтерфейс додатку спроектований так, щоб він був інтуїтивно зрозумілим і доступним для користувачів без спеціалізованих технічних знань. Агрономи можуть швидко здійснювати знімки рослин, аналізувати їх за допомогою додатка та отримувати рекомендації щодо подальших дій, що значно спрощує процес моніторингу і прийняття рішень.
Оптимізація використання ресурсів	За допомогою точних рекомендацій щодо використання пестицидів, гербіцидів та інших засобів захисту рослин, додаток допомагає знизити витрати на агрохімікати, застосовуючи їх лише у разі необхідності та у відповідних дозах. Це не лише знижує витрати, але й сприяє більш сталому веденню сільського господарства.

Продовження таблиці 9

1	2
Рання діагностика і оперативні заходи	Можливість оперативно виявляти хвороби і шкідників дозволяє агрономам своєчасно вживати заходів для запобігання їх поширенню. Раннє виявлення проблеми є критично важливим для запобігання великим втратам врожаю та забезпечення здоров'я рослин.

Джерело: складено автором

Мобільний додаток «Агріо» є потужним інструментом для агрономів, що дозволяє точно і швидко виявляти хвороби та шкідників на рослинах за допомогою штучного інтелекту, супутникових знімків та прогнозів погоди. Це забезпечує своєчасну діагностику проблем і дозволяє агрономам приймати більш обґрунтовані рішення щодо захисту рослин, що сприяє підвищенню ефективності сільсько-господарського виробництва і зменшенню витрат на агрохімікати.

Мобільний додаток EVAPO, якщо йдеться про додаток для моніторингу випаровування води та прогнозування водного балансу, має значний потенціал для застосування в різних сферах [27, с. 11]. Ось кілька можливих напрямків його використання згруповані в табл. 10.

Для агрономічного профілю мобільний додаток EVAPO може мати значний потенціал у кількох ключових напрямках. Ось розширене пояснення, як саме цей додаток може бути корисним у сільському господарстві та агрономії: прогнозування потреби в зрошенні: EVAPO допомагає фермерам або агрономам точно прогнозувати, коли і скільки води потрібно для зрошення. Це базується на даних про випаровування води, що дозволяє оптимізувати витрати води. Завдяки точним даним можна уникнути як перевитрати води, так і її нестачі; використання точних прогнозів для зрошення дозволяє зменшити надмірне використання води, що важливо для підтримання сталості водних ресурсів, особливо в регіонах з обмеженими водними запасами; додаток може прогнозувати зміни в умовах випаровування внаслідок кліматичних змін.

Таблиця 10

**Напрями використання
мобільного додатка EVAPO в агрономії**

Галузь	Напрямок використання	Характеристика можливості
1	2	3
Сільське господарство	Управління зрошенням	Додаток може допомогти фермером визначати, коли і скільки води потрібно додавати для зрошення, зважаючи на погодні умови і рівень випаровування. Це дозволить зменшити витрати води та підвищити врожайність.
	Аналіз водного балансу	Використовуючи дані про випаровування, можна оцінити ефективність використання води на полях і вдосконалити агрономічні практики.
Охорона навколишнього середовища	Контроль за водними ресурсами	Система може допомогти в оцінці водних ресурсів в басейнах річок чи інших природних водних об'єктах, прогнозуючи зміни в рівні води залежно від рівня випаровування.
	Аналіз кліматичних змін	За допомогою мобільного додатка можна аналізувати тенденції зміни клімату, що дозволяє прогнозувати довгострокові ефекти для екосистем.
Будівництво	Моніторинг вологості ґрунту	Для будівельних проєктів, де важливим є стан ґрунту (наприклад, під час будівництва або реконструкції), додаток може використовуватися для відслідковування рівня вологості ґрунту, щоб визначити оптимальний час для робіт.
Дослідження та освіта	Навчальні цілі	Мобільний додаток може бути корисним для студентів агрономічних, екологічних та інженерних факультетів,

Продовження таблиці 10

1	2	3
		допомагаючи їм на практиці розуміти процеси випаровування води та їхнє значення в різних сферах.
	Наукові дослідження	Використання даних з додатку для наукових досліджень у галузях кліматології, водного менеджменту та агрономії.

Джерело: складено автором

Це дозволяє агрономам своєчасно адаптувати методи зрошення і вибір культур до нових умов. Використовуючи дані про випаровування, можна точніше визначити водний баланс ґрунту в реальному часі. Це дає можливість агрономам визначити рівень вологи в ґрунті і приймати обґрунтовані рішення щодо поливу та обробки ґрунту. Інформація про рівень випаровування дозволяє більш точно прогнозувати час збору врожаю, виходячи з вологозабезпеченості ґрунту. Це допомагає у плануванні сівозміни, зокрема у виборі культур, які найкраще підходять для поточних кліматичних і водних умов. Надмірне або недостатнє зрошення може привести до стресу рослин. За допомогою додатку можна своєчасно коригувати режим поливу, що сприяє оптимальному росту та розвитку рослин. Дані про випаровування можуть використовуватися для прогнозування потенційної врожайності культур, оскільки рівень водного стресу прямо впливає на ріст рослин. Це дозволяє агрономам отримати більш точні дані про очікуваний урожай. Ситуації, коли рослини переживають водний стрес (недостатньо води або надлишок), часто призводять до ослаблення рослин, що робить їх більш вразливими до шкідників та хвороб. Використовуючи дані EVAPO, агрономи можуть вчасно вжити заходів для зниження рівня стресу у рослин та запобігти таким проблемам. На основі даних про випаровування можна провести зонування полів за потребами в воді. Це дозволяє більш ефективно розподіляти

водні ресурси та зменшити витрати. Аналіз випаровування дозволяє оцінити, наскільки ефективно працюють системи зрошення та агрономічні технології, що застосовуються на полях. Це допомагає виявити слабкі місця і прийняти рішення щодо вдосконалення технологій.

ЕВАРО може бути корисним інструментом для агрономів, які займаються дослідженнями ефективності різних методів зрошення, змін клімату, впливу водного стресу на рослини та ін. Використовуючи дані з додатку, можна проводити дослідження та експерименти, щоб зрозуміти, як оптимізувати умови для росту культур. Додаток може бути корисним у навчанні агрономів і студентів агрономічних факультетів. Це дозволяє на практиці вивчати взаємозв'язок між водним балансом, випаровуванням і ростом рослин. Оптимізуючи режим зрошення, можна покращити загальний стан рослин і зменшити потребу в додаткових агрохімікатах для їхнього розвитку. Це також сприяє зменшенню екологічного навантаження. Інтеграція з датчиками ґрунту та погодними станціями: ЕВАРО може бути інтегрований з іншими системами, такими як датчики вологості ґрунту або локальні погодні станції. Це дозволить отримувати більш точні дані і покращити управління водними ресурсами на полях.

Результати, які можна отримати спеціалісти агрономічної служби: покращення ефективності використання води на полях, зниження витрат на зрошення та поліпшення водного балансу, збільшення врожайності завдяки оптимальному догляду за рослинами, зменшення стресу у рослин через точне прогнозування зрошення, покращення планування сівозміни за рахунок більш точних даних про потреби культур, можливість раннього виявлення проблем (наприклад, водного дефіциту або надлишку) для коригування агрономічних практик. Використання такого додатка дозволить агрономам приймати більш обґрунтовані рішення, покращити результати сільськогосподарських робіт та зменшити екологічне навантаження.

Практично всі згадані додатки доступні для завантаження на платформах Android та iOS через Google Play або AppStore. Професійні додатки, такі як Geometer і Geotrack EVO, можна завантажувати безпосередньо з офіційного доступу розробника ГеоМетр Україна. Більшість додатків підтримують багатомовний інтерфейс, що забезпечує їх доступність для користувачів по всьому світу. В Україні існує кілька програм та мобільних додатків для агрономів та сільськогосподарських підприємств, які допомагають розраховувати дозу добрив та оптимізувати використання агрохімікатів. Ці програми можуть включати як базові інструменти для розрахунку доз добрив, так і повноцінні платформи для моніторингу стану ґрунту, аналізу потреб рослин та прогнозування врожайності. Ось список основних програм для розрахунку доз добрив в Україні, згрупованих за типами використання в табл. 11.

Таблиця 11

Програми для розрахунку доз добрив в Україні

Назва програми	Тип використання	Особливості
1	2	3
Програми для розрахунку доз добрив зосереджуються безпосередньо на розрахунку доз добрив для оптимізації їх використання.		
AgroCalc	Програма для агрономів	Розрахунок норм добрив, рекомендації з дозування за типами ґрунтів та культур, аналіз потреб рослин.
Fertility Manager	Для сільськогосподарських підприємств	Розрахунок потреби в добривах на основі аналізу ґрунту, рекомендації по оптимізації витрат на добрива.
AgroSoft	Для агрономів, фермерів	Автоматизований розрахунок доз добрив, калькулятори для внесення азотних, фосфорних і калійних добрив.

Продовження таблиці 11

1	2	3
Інтегровані платформи для агрономічного моніторингу – розрахунок доз добрив, але й інші функції для моніторингу ґрунту, рослин та агропроцесів.		
FieldClimate	Інтегрована агрономічна платформа	Розрахунок доз добрив на основі даних про стан ґрунту, вологості та температури. Платформа для агрохімії та сільського господарства.
Sparc	Для агропідприємств	Повноцінна система для управління сільським господарством, включає інструменти для розрахунку норм добрив, моніторингу ґрунтів та рослин.
AgroStar	Для агрономів та фермерів	Мобільний додаток для моніторингу стану культур, рекомендації щодо добрив і пестицидів, аналіз ґрунту.
Програми для аналізу ґрунту та рекомендацій по внесенню добрив – надають рекомендації по внесенню добрив на основі аналізу складу ґрунту.		
SoilIQ	Для агрономів і фермерів	Аналіз складу ґрунту, рекомендації щодо оптимальних доз добрив для різних культур.
SoilTest	Для сільсько-господарських підприємств	Програма для аналізу ґрунту і добрив, яка допомагає визначити потребу в добривах на основі результатів тестування.
Katalizator	Для агрономів та фермерів	Спеціалізоване програмне забезпечення для розрахунку доз добрив і корекції рН ґрунту.
Мобільні додатки для агрономів та фермерів – мобільні додатки допомагають візуалізувати та контролювати внесення добрив, а також пропонують рекомендації на основі польових даних.		

Продовження таблиці 11

1	2	3
FieldMate	Для фермерів	Мобільний додаток для агрономів, який дає рекомендації щодо внесення добрив залежно від аналізу ґрунту та кліматичних умов.
AgriSync	Для фермерів та агрономів	Мобільний додаток для ведення обліку внесення добрив, записів по культурі та прогнозування потреб.
FarmManager	Для сільсько-господарських підприємств	Мобільна платформа для моніторингу сільськогосподарських культур, розрахунку доз добрив, а також планування сівозміни.
Програми для оптимізації агрохімікатів допомагають не лише в розрахунку добрив, а й у комплексному управлінні агрохімікатами та їх оптимізації		
CropControl	Для агрономів, агропідприємств	Програма для управління агрохімічними речовинами, зокрема добривами, засобами захисту рослин, оптимізації їх витрат.
AgroExpert	Для фермерів та агрономів	Платформа для управління сільським господарством, в тому числі для оптимізації дозування добрив та моніторингу хімічного складу рослин.

Джерело: складено автором

В Україні існує багато програм, які допомагають агрономам та сільськогосподарським підприємствам розраховувати дозу добрив, а також інтегровані платформи для моніторингу стану ґрунту та рослин. Вибір програми залежить від потреб агронома або фермерського господарства, доступних функцій (наприклад, аналіз ґрунту, рекомендації щодо застосування добрив, інтеграція

з іншими агрономічними системами) та ціни. Аналіз мобільних додатків, які використовуються агрономічними службами в зарубіжних країнах, зібраний у табл. 12. Ці додатки допомагають в управлінні сільським господарством, зрошенням, моніторингу стану рослин, прогнозуванні погоди та багатьох інших аспектах.

Таблиця 12

Основні мобільні додатки в зарубіжних країнах

Назва додатка	Країна / Регіон	Основні функції	Тип використання	Підключення до інфраструктури
1	2	3	4	5
FarmLogs	США	Моніторинг полів, аналіз врожайності, планування сівозміни, прогнозування зрошення, аналіз витрат.	Приватні фермери, агрономи	Веб-платформа, інтеграція з сенсорами
AgriWebb	Австралія	Управління фермерським господарством, управління худобою, контроль за здоров'ям тварин, звіти та аналітика.	Сільське господарство, тваринництво	Хмарні сервіси, інтеграція з IoT
CropX	США, Європа	Моніторинг вологості ґрунту, аналіз потреби в зрошенні, точне зрошення, прогнозування врожайності.	Сільське господарство, зрошення	Датчики на полях, інтеграція з фермерськими системами

Продовження таблиці 12

1	2	3	4	5
Climate FieldView	США, Канади	Моніторинг кліматичних умов, зрошення, врожайності, підрахунок витрат на добрива.	Приватні фермери, агрономи	Інтеграція з GPS, сенсори на полях
FarmBeats	США	Інтеграція даних з сенсорів, прогнозування кліматичних змін, аналіз врожайності, моніторинг вологості.	Приватні фермери, агрономи	Інтеграція з IoT, датчики на полях
John Deere Operations Center	США, Європа	Моніторинг роботи техніки, управління полями, планування сівозміни, аналітика виробничих процесів.	Сільське господарство, агрономи	Інтеграція з технікою John Deere
AgriSync	США, Канади	Відеозв'язок для консультацій, технічна підтримка для фермерів, моніторинг стану техніки.	Сільське господарство	Відеоконференції, інтеграція з сервісами підтримки
Taranis	США, Європа, Лат. Америка	Моніторинг стану посівів за допомогою дронів, аналіз хвороб та шкідників, оптимізація застосування пестицидів.	Агрохімія, сільське господарство	Дрони, штучний інтелект для аналізу зображень
SmartFarm	Великобританія	Аналіз погодних умов, моніторинг стану ґрунту та врожайності, управління полями	Приватні фермери, агрономи	Інтеграція з датчиками, системи моніторингу

Продовження таблиці 12

1	2	3	4	5
		врожайності, управління полями.		
eAgronom	Естонія, Латвія	Моніторинг полів, облік витрат на агрохімікати, планування сіво- зміни, аналіз даних з полів.	Сільське госпо- дарство, фермери	Хмарні сервіси, інтеграція з GPS

Джерело: складено автором

Ці додатки мають різні можливості і застосовуються у різних аспектах сільського господарства, включаючи зрошення, управління врожайністю, моніторинг стану рослин та тварин, а також оптимізацію використання ресурсів. Дані мобільні додатки можуть мати різні моделі ціноутворення, зокрема підписки, ліцензійні збори або одноразові платежі. Зазначені ціни і умови можуть змінюватися залежно від версій додатків, країни та обсягу послуг, що надаються.

В табл. 13 згруповано інформація щодо мобільних додатків та функціонального призначення для працівників агрономічних служб зарубіжних країн.

Таблиця 13

**Мобільні додатки та функціональні призначення
для працівників агрономічних служб**

Назва мобіль- ного додатка	Опис функції
1	2
FarmLogs (США)	Призначений для приватних фермерів і агрономів, з допомогою цього додатку можна стежити за полями, планувати зрошення, оптимізувати витрати та прогнозувати врожайність.

Продовження таблиці 13

1	2
AgriWebb (Австралія)	Використовується для управління фермерським господарством та тваринництвом, зокрема для моніторингу стану тварин і ведення звітів.
CropX (США, Європа)	Використовується для моніторингу ґрунту та зрошення, зокрема для вимірювання вологості ґрунту і зменшення витрат води.
Climate FieldView (США, Канади)	Інструмент для фермерів для управління врожайністю та зрошенням, з інтеграцією даних кліматичних змін і витрат на агрохімікати.
FarmBeats (США)	Платформа для збору та аналізу даних із сенсорів для фермерів та дослідників, зокрема для прогнозування врожайності та змін клімату.
John Deere Operations Center (США, Європа)	Інтерфейс для моніторингу техніки John Deere, що дозволяє зібрати дані про полях, технічні параметри та аналізувати процеси сільськогосподарського виробництва.
AgriSync (США, Канади)	Платформа для відеоконсультацій, яка дозволяє фермеру отримати допомогу від технічних спеціалістів.
Taranis (США, Європа, Лат. Америка)	Призначений для моніторингу посівів через дрони і аналізу стану рослин, зокрема для контролю за хворобами та шкідниками.
SmartFarm (Великобританія)	Додаток для агрономів, який дозволяє проводити моніторинг кліматичних і ґрунтових умов, а також оптимізувати зрошення.
eAgronom (Естонія, Латвія)	Платформа для фермерів, що допомагає з моніторингом витрат, сівозмінюю та управлінням агрохімікатами.

Джерело: складено автором

Ось загальний огляд вартості та умов користування для деяких популярних агрономічних додатків в зарубіжних країнах (табл. 14). Нами згруповані детальні умови користування:

FarmLogs: безкоштовна версія пропонує базові функції для ведення обліку і моніторингу, включаючи оцінку врожайності, збереження даних про сівозміну та преміум підписка відкриває додаткові можливості для прогностичних моделей та аналітики. AgriWebb пропонує різні рівні підписки, де преміум-версії включають додаткові функції, такі як аналітика по здоров'ю тварин, моніторинг зростання рослин і фінансові звіти. CropX – мобільний додаток надається разом з датчиками вологості ґрунту. Користувачі можуть вибрати підписку, яка включає доступ до хмарної платформи для аналізу даних.

Таблиця 14

**Умови користування для деяких популярних
агрономічних додатків у зарубіжних країнах**

Назва додатка	Ціна / Модель оплати	Умови користування
1	2	3
FarmLogs	Безкоштовний доступ, преміум-підписка від \$29/місяць	Основні функції доступні безкоштовно. Преміум-підписка надає доступ до додаткових інструментів для планування сівозміни, аналітики і прогнозів врожайності.
AgriWebb	Вартість підписки починається від \$21/місяць	Пропонується три рівні підписки: стандартна, розширена та преміум. Користувачі отримують доступ до різних функцій для управління господарством, зокрема для ведення записів по худобі.
CropX	Вартість залежить від площі та кількості сенсорів	Підписка на сервіс залежить від кількості встановлених датчиків і площі оброблюваних земель. Потрібно заплатити за самі датчики і за доступ до даних через мобільний додаток.

Продовження таблиці 14

1	2	3
Climate FieldView	Ціна залежить від пакету послуг, від \$2/акр до \$10/акр	Платформа працює на базі підписки, де вартість залежить від площі полів. Пропонується різні пакети послуг для моніторингу та аналізу даних на полях (від базового до розширеного).
FarmBeats	Вартість залежить від підключення обладнання	Пропонується модель підписки, однак точна вартість може варіюватися залежно від кількості використаних датчиків, сенсорів і площі. Вартість може бути визначена після консультації.
John Deere Operations Center	Безкоштовно з обладнанням John Deere	Для використання даного додатку необхідно мати техніку John Deere. Додаток безкоштовний для власників техніки, але для отримання певних послуг можуть стягуватися додаткові платежі.
AgriSync	Безкоштовний базовий план, платні опції від \$39/місяць	Основні функції безкоштовні для фермерів. Платні версії надають додаткові функції, зокрема для більш професійних консультацій та відеозв'язку з технічними фахівцями.
Taranis	За запитом (потрібна консультація)	Ціна залежить від площі земель і обсягу використаних послуг (наприклад, використання дронів для моніторингу). Вартість визначається після консультації з постачальником.
SmartFarm	Безкоштовний доступ, преміум	Базові функції безкоштовні, преміум-план дає доступ до додаткових аналітичних

Продовження таблиці 14

1	2	3
	план від £10/ місяць	інструментів, моніторингу ґрунту та кліматичних умов.
eAgronom	Вартість під- писки залежить від площі від €10 до €200 на місяць	Вартість варіюється в залежно- сті від обсягу використовуваних функцій і площі земель. Підписка включає функції для моніторингу витрат, сівозміни і управління агрохімікатами.

Джерело: складено автором

Climate FieldView – вартість залежить від площі полів і рівня доступу до аналітики. Зазвичай доступні базові функції для моніторингу кліматичних умов і зрошення, а для глибшої аналітики і прогнозів необхідна підписка. FarmBeats – це інструмент для інтеграції сенсорів і збору даних з полів. Вартість залежить від кількості датчиків, підключених до системи. John Deere Operations Center – безкоштовний доступ для власників техніки John Deere. Однак для інтеграції з іншими системами або додатковими сервісами може стягуватися плата. AgriSync – безкоштовна версія включає базову підтримку для фермерів, але платні версії надають розширений доступ до фахівців і можливість консультацій в реальному часі. Taranis – ціна визначається індивідуально і залежить від площі земель та обсягу послуг, зокрема використання дронів для моніторингу посівів. SmartFarm – безкоштовна версія дозволяє здійснювати основний моніторинг, а для доступу до розширених функцій потрібно оформити преміум підписку. eAgronom – модель підписки за площу, яка охоплює все: від моніторингу витрат до управління сівозміною. Зазначена вартість змінюється залежно від площі, яку обробляє фермер. Ці додатки часто надають базові функції безкоштовно, з можливістю отримати розширені функції через платні підписки. Моделі ціноутворення можуть включати щомісячні або щорічні платежі, або ж варіюватися залежно від обсягу

використовуваних послуг. Цифрові технології в агрономії значно змінюють підходи до управління сільським господарством. Вони дозволяють зменшити витрати, підвищити врожайність та знизити вплив на навколишнє середовище. Ось деякі основні напрямки використання цифрових технологій у агрономії. Системи точного землеробства (Precision Agriculture), використовують дані з різних джерел (сенсори, дрони, супутникові знімки) для точного моніторингу стану ґрунту, рослин, кліматичних умов і управління процесами сільськогосподарського виробництва. Основні компоненти це GPS-навігація для точного розміщення техніки, датчики вологості та температури ґрунту для оптимізації поливу та внесення добрив. дрони для моніторингу стану посівів, аналізу здоров'я рослин і оцінки площ, аналіз даних з супутників для оцінки стану полів на великій площі.

Інтернет речей у агрономії включає використання сенсорів і пристроїв, які можуть збирати дані про стан ґрунту, вологості, температури, рівня CO₂ та інші параметри. Ці дані потім передаються на сервери для аналізу та оптимізації агротехнічних процесів. Сенсори для моніторингу вологості ґрунту для автоматичного регулювання поливу, системи моніторингу клімату для прогнозування погодних умов. Системи моніторингу здоров'я рослин – ці технології допомагають виявити стресові фактори для рослин (наприклад, шкідників, хвороб або дефіцит поживних речовин) та коригувати агрономічні рішення. Спектральні сенсори для оцінки здоров'я рослин, аналіз зображень з дронів та супутників для виявлення проблем на полі, штучний інтелект для обробки даних та виявлення патернів у розвитку рослин. Мобільні додатки допомагають агрономам моніторити стан полів, вести облік сільськогосподарських операцій, планувати полив, визначати потребу в добривах і пестицидах, а також аналізувати стан ґрунту та рослин. FarmLogs, AgroWebb, FieldMate – додатки для моніторингу та планування робіт на фермі.

Аналіз великих даних (Big Data) – сучасні агрономічні технології використовують великі обсяги даних для оптимізації процесів.

Це включає в себе аналіз погодних умов, складу ґрунту, історичних даних про врожайність, а також даних про використання добрив і пестицидів. Прогностичні моделі для передбачення врожайності та агрономічних потреб та інтелектуальні алгоритми для аналізу даних і створення рекомендацій щодо сівозміни, добрив та водопостачання. Автоматизація та роботизація – технології включають використання безпілотних наземних транспортних засобів (BVT) і роботів для автоматизації сільськогосподарських процесів. Автономні трактори та комбайни для зменшення втручання людини у процеси обробки ґрунту та збору врожаю та роботи для посадки та збирання врожаю (наприклад, роботи для збору ягід, овочів). Генетичне модифікування та біотехнології – цифрові технології також використовуються для аналізу генетичних даних рослин і створення нових гібридів, які стійкіші до шкідників, хвороб, посухи та інших негативних умов. Генетика для покращення врожайності та стійкості рослин та молекулярне моделювання для дослідження впливу різних факторів на ріст рослин.

Blockchain для аграріїв може бути використаний для прозорого і безпечного обліку аграрних операцій, таких як поставка добрив, моніторинг вирощування продукції та продажу. Трекінг продукції для забезпечення прозорості у постачанні та продажу сільськогосподарської продукції та розрахунки через смарт-контракти між фермерами та постачальниками ресурсів.

Штучний інтелект допомагає в автоматизації ряду процесів, таких як прогнозування врожайності, виявлення хвороб і шкідників, а також оптимізація використання води та добрив. Моделі машинного навчання дозволяють проводити аналіз результатів польових досліджень і прогнозування результатів на наступні сезони. Комп'ютерне бачення використовують для аналізу стану посівів та своєчасного виявлення проблем. Агрохімічні платформи для управління добривами та пестицидами – ці платформи допомагають агрономам оптимізувати використання добрив і засобів захисту рослин. При цьому, програмне забезпечення для управління внесенням добрив побудоване на основі потреб рослин і характеристик ґрунту.

Цифрові технології в агрономії дозволяють значно підвищити ефективність сільського господарства, забезпечити зниження витрат і більш точне використання ресурсів. Вони дають можливість приймати обґрунтовані рішення на основі точних даних, що в свою чергу позитивно впливає на врожайність і сталий розвиток аграрного сектору. Цифрова платформа Climate FieldView від компанії Bayer – це інноваційне рішення для точного землеробства, яке дозволяє аграріям збирати, аналізувати та візуалізувати дані з полів у режимі реального часу. Завдяки цьому фермери можуть приймати обґрунтовані рішення щодо управління посівами, оптимізувати використання ресурсів та підвищувати врожайність (табл. 15).

Таблиця 15

Основні можливості застосування Climate FieldView

Напря́м	Характеристика
1	2
Моніторинг польових операцій у реальному часі	За допомогою додатку FieldView Cab аграрії можуть відстежувати процеси посіву, внесення добрив та збирання врожаю безпосередньо з кабіни техніки. Це дозволяє оперативно реагувати на зміни та забезпечує точність виконання робіт.
Аналіз врожайності та агрономічних даних	Платформа надає можливість створювати карти врожайності, аналізувати вплив різних агротехнічних заходів та погодних умов на продуктивність культур, що сприяє оптимізації аграрних стратегій.
Диференційоване внесення ресурсів	Завдяки створенню карт-завдань для змінного висіву та внесення добрив, фермери можуть ефективно використовувати ресурси, зменшуючи витрати та підвищуючи ефективність господарювання.
Інтеграція з агротехнікою та іншими платформами	Climate FieldView сумісна з різними видами сільськогосподарської техніки та може інтегруватися з іншими цифровими платформами, що забезпечує централізоване управління даними та процесами.

Продовження таблиці 15

1	2
Підтримка прийняття рішень на основі даних	Платформа надає аналітичні інструменти, які допомагають аграріям приймати обґрунтовані рішення щодо вибору гібридів, планування сівозміни та управління ризиками, що сприяє підвищенню ефективності господарства.

Джерело: складено автором на підставі [28]

Нами згруповано перелік простих кроків для початку роботи з Climate FieldView: 1) Створіть свій акаунт, просто заповнивши необхідну інформацію на сторінці реєстрації. Якщо акаунт уже є, цей крок можна пропустити. 2) Створіть карту своїх полів. Для цього увійдіть в акаунт та натисніть «Додати поле» в списку полів, знайдіть поле на карті та обмальовуйте межі, використовуючи інструмент «Намалювати» => «Багатокутник».

Введіть назву поля, ім'я господарства та ферми, щоб потім фільтрувати інформацію. Натисніть «Зберегти» після введення всіх даних. Завантажте для доступу до даних та інформації на мобільних пристроях. Це основний додаток для аналізу та планування аграрних операцій. Додаток FieldView Cab призначений для використання під час роботи в кабіні техніки для відстеження операцій у реальному часі (сумісний з iPad). Ці кроки дозволяють ефективно налаштувати роботу з Climate FieldView і почати автоматичний збір та аналіз даних для покращення управління агропідприємством в табл. 16.

Завантажте з App Store та увійдіть за допомогою облікових даних. Налаштуйте трактори, комбайни, обприскувачі та сівалки для збору даних. У додатку натисніть на вкладку «Обладнання» для інтеграції вашої техніки з системою. Збір даних, їх обробка та візуалізація допомагають аграріям отримати максимальну продуктивність з кожного гектара поля, знижуючи ризики та покращуючи економічні результати агропідприємства. Використовуючи функцію «Роздільний екран» у додатку FieldView Cab, ви можете

одночасно переглядати кілька рівнів даних, таких як інформація про гібриди та врожайність, що дозволяє краще контролювати процес збирання врожаю.

Таблиця 16

**Основні етапи використання Climate FieldView
для збору даних та аналізу**

Напря́м	Характеристика
1	2
Передача даних партнерам	Climate FieldView дозволяє легко ділитися даними з іншими користувачами, такими як дилери чи агрономічні радники. Для цього потрібно: Увійти в акаунт. Перейти в розділ «Налаштування» → «Передача даних». Натиснути «Поділитися» та ввести електронну пошту отримувача, який вже має акаунт в системі.
Отримання даних та їх використання	Climate FieldView надає можливість збору даних про посів, обприскування та збирання врожаю для подальшого аналізу, що дозволяє виявити чинники, що впливають на врожайність.
Посів	Для збору даних про посів за допомогою FieldView Drive або Precision Planting 20/20 SeedSense: Переконайтеся, що ваше обладнання сумісне з FieldView Drive. Підключіть FieldView Drive до пристрою iPad через Bluetooth. Оновіть програмне забезпечення Precision Planting 20/20 SeedSense. Додайте параметри насіння та гібридів. Переконайтеся, що межі полів правильно визначено (можна змінювати поле через меню або автоматично при переході через межі).
Обприскування	Для збору даних про внесення засобів: переконайтеся в сумісності обладнання з FieldView Drive. У додатку FieldView Cab виберіть «Налаштування» > «Внесення» і додайте новий продукт (добриво чи пестициди). Виберіть метод введення даних («За нормою» або «За кількістю») та введіть відповідні параметри для кожного продукту.

Продовження таблиці 16

1	2
Збір врожаю	Для збору даних про врожай: переконайтеся, що ваше обладнання сумісне з FieldView Drive. Підключіть FieldView Drive до пристрою iPad через Bluetooth. Перевірте висоту зрізу жатки і правильність встановлення поля. Під час збирання врожаю дані автоматично збираються в додатку FieldView Cab при умові, що пристрій підключено та працює належним чином.
Візуалізація даних у реальному часі	За допомогою додатка FieldView Cab можна переглядати карти в реальному часі під час сівби, збирання врожаю та обприскування. Це дозволяє відстежувати проблеми, як-от висока вологість під час збирання врожаю або проблеми з форсунками під час обприскування, що допомагає приймати своєчасні коригувальні дії для оптимізації врожайності.

Джерело: згруповано автором на підставі [28]

Це забезпечує більш гнучке управління даними та покращує прийняття рішень у реальному часі. RemoteView в додатку FieldView Cab дозволяє переглядати дані з техніки в реальному часі, незалежно від того, де ви знаходитесь. Для початку сеансу потрібно вибрати техніку зі списку в додатку та натискати кнопку RemoteView поруч із нею. Це забезпечує зручний та ефективний спосіб моніторингу діяльності на полі, навіть якщо ви не перебуваєте безпосередньо в кабіні. В табл. 17. наведено групування щодо застосування даних у роботі за допомогою Climate FieldView.

Ці можливості забезпечують зручне та ефективне використання агрономічних даних для прийняття оптимальних рішень і поліпшення управлінських та технологічних процесів на полях. Для порівняння даних у додатку FieldView Cab на iPad необхідно вибрати поле, культуру, рік та відповідні дані для аналізу, такі як посів, сезонні дані або врожай. Після цього слід натискати на значок «Роздільний екран» і порівнювати різні шари карти,

наприклад, врожайність для різних гібридів. Також можна використовувати функцію «Роздільний екран» під час роботи в кабіні для одночасного перегляду.

Таблиця 17

Застосування даних у роботі за допомогою Climate FieldView

Можливості	Характеристика
RemoteView	Це функція, яка дозволяє в реальному часі переглядати дані з підключеного обладнання, що наносяться на карту і відображаються на панелі показників. Зміни в карті чи умовних позначеннях не впливають на те, що оператор бачить на своєму пристрої. Оператор також має можливість завершити сеанс RemoteView за допомогою кнопки «Відключити».
Аналіз врожайності	Інструмент для аналізу зібраного врожаю, що дає можливість оцінити врожайність по різних параметрам, таким як поля, типи ґрунтів чи гібриди. Це дозволяє агрономам та фермерам приймати обґрунтовані рішення щодо поліпшення агрономічних практик у наступні сезони. Для цього необхідно вибрати культуру, господарство, рік, а також тип звіту: «Поле», «Гібрид/сорт» або «Ґрунти».
Перегляд карт на розділеному екрані	Функція для моніторингу та порівняння ефективності агрономічних рішень, де можна одночасно відображати різні карти, такі як карти врожайності, карти ґрунтів чи норми внесення добрив. Це дозволяє аналізувати вплив різних факторів на врожайність та ефективність використання ресурсів. Щоб порівняти карти, необхідно вибрати відповідну карту та активувати функцію «Роздільний екран» в додатку FieldView.

Джерело: згруповано автором на підставі [28]

Для аналізу здоров'я полів за допомогою супутникових зображень та карт в додатку FieldView слід виконати наступні кроки:

відкрити додаток FieldView і на головній сторінці вибрати розділ «Здоров'я поля»; обрати поле для аналізу, вибрати датоване зображення цього поля та проаналізувати його; для кращого аналізу доступні функції «Моніторинг» або «Вегетація», що дозволяють відслідковувати накопичення біомаси з часом і визначати потенційні проблеми в розвитку рослин; для перегляду зображень у реальних кольорах можна використовувати функцію «Реальні кольори», що дозволяє отримати більш точні дані для зіставлення з картами вегетації та моніторингу. Ці інструменти допомагають точно оцінити стан культур, виявити проблеми на ранніх етапах і застосувати необхідні агрономічні заходи. Карти моніторингу надають точні дані про стан поля та дозволяють детальніше розглянути основні його ділянки. Карта відображена на основі індексу Climate Crop Index, що визначає поточну вегетативну біомасу. Зображення з реальними кольорами – це знімок, на якому показано реальний вигляд поля із супутника. Його можна використати для порівняння зображень моніторингу та вегетації, а також щоб виявити перешкоди, що завадили сформувати якісну карту вегетації або моніторингу, наприклад хмари або тіні. Карта використання води культурою в додатку Climate FieldView надає цінну інформацію про втрату води через сумарне випаровування культур, що розраховується на основі високоякісних супутникових зображень і щоденних метеорологічних даних. Для доступу до цієї інформації потрібно: відкрити додаток FieldView і на головній сторінці вибрати розділ «Здоров'я поля»; обрати поле, для якого потрібно проаналізувати дані; у меню праворуч зверху вибрати опцію «Використання води культурою». Додатково, для зручності моніторингу, можна встановлювати мітки на зображеннях здоров'я поля, що дозволяє позначати ділянки, які потребують додаткової уваги. Після встановлення мітки можна додавати опис, фотографії, координати та зберігати мітки як сезонні чи постійні. Це дозволяє ефективно контролювати та аналізувати стан полів протягом всього сезону, а також ділитися цією інформацією з партнерами для кращого управління ресурсами.

FieldView дозволяє зберігати та відстежувати конкретні ділянки поля для подальшого аналізу, наприклад, для оцінки результатів дослідів або виявлення проблемних зон. Для цього потрібно вибрати поле, нанести ділянку на карту (у формі кола, прямокутника чи багатокутника), додати опис і примітки, після чого зберегти ділянку. Збережені ділянки дозволяють відслідковувати вплив агрономічних рішень на врожайність протягом сезону та використовувати ці дані для покращення управління. Додаток FieldView Cab дозволяє формувати підсумкові звіти за результатами збирання врожаю, посіву та внесення добрив. Для цього необхідно вибрати відповідне поле, рік, операцію та сформулювати звіт у форматі PDF, який можна надіслати або надрукувати. Крім того, є можливість друку та передачі карт і звітів у форматі PDF через додатки FieldView та FieldView Cab, що забезпечує обмін даними з партнерами. Для обміну даними в додатку FieldView доступна функція передачі даних через електронну пошту, що дозволяє ділитися інформацією про поля та господарства з довіреними особами.

Платформа FieldView пропонує зручний інтерфейс для створення завдань для посіву та внесення добрив, що дозволяє агрономам та фермерам ефективно керувати операціями на полі. Для створення карт завдань необхідно виконати кілька простих кроків: вхід в акаунт на платформі, вибір поля, для якого буде створено завдання, визначення типу завдання (посів або внесення добрив) та зони управління. Налаштування параметрів, таких як тип культури, гібриди, сорти, норма посіву або внесення добрив, а також вказівка на вихідні дані (наприклад, дату посіву чи час внесення добрив). Збереження завдання та автоматична передача карт завдань до додатку FieldView Cab для безпосереднього використання на полі. Це дозволяє здійснювати точне управління посівом та внесенням добрив з урахуванням конкретних умов на кожній ділянці поля, покращуючи точність та ефективність сільськогосподарських робіт. Завдяки можливості визначати зони управління та налаштовувати параметри (гібриди, ЗЗР, норми посіву, добрив), FieldView дозволяє

оптимізувати витрати ресурсів і підвищити врожайність на кожному гектарі; інтеграція з польовими операціями: Завдання автоматично передаються в додаток FieldView Cab, що забезпечує точне виконання робіт на полі за допомогою мобільних пристроїв, знижуючи ймовірність помилок і підвищуючи ефективність. Використання цифрових карт завдань для посіву та внесення добрив дозволяє агрономам здійснювати точний моніторинг та контроль над процесами на кожному етапі, що позитивно впливає на загальну продуктивність сільськогосподарських операцій. Платформа надає агрономам і фермерам необхідні дані для оцінки ефективності внесення добрив та посіву, що допомагає приймати обґрунтовані рішення на основі актуальної інформації. Загалом, FieldView є потужним інструментом для агрономічних служб, який забезпечує точне управління сільськогосподарськими процесами, покращує ефективність використання ресурсів і дозволяє здійснювати моніторинг і коригування планів у реальному часі.

Висновки. Мобільні технології є важливим інструментом цифрової трансформації сільського господарства, що дозволяє фермерам оптимізувати аграрне виробництво, підвищувати врожайність, ефективно використовувати ресурси. Сучасні мобільні додатки охоплюють широкий спектр функцій, включаючи агротехнічне планування, моніторинг стану ґрунтів і рослин, прогнозування погоди, управління іригаційними системами, облік витрат, агрокалькулятори, а також доступ до аналітики ринку та платформ електронної комерції. Їх ефективність значно підвищується при інтеграції з іншими цифровими технологіями, зокрема з Інтернетом речей (IoT), штучним інтелектом (AI) та безпілотними літальними апаратами (БПЛА). На прикладі країн із високим рівнем впровадження мобільних рішень доведено, що навіть за умов обмежених ресурсів мобільні технології здатні значно покращити доступ до агрономічних знань, зменшити витрати виробництва та підвищити доходи малих фермерів. В Україні мобільні рішення в агросекторі залишаються переважно фрагментарними, що пов'язано із низьким рівнем цифрової грамотності серед фермерів, відсутністю

спеціалізованих україномовних додатків, слабкою інтеграцією мобільних технологій із науково-консультаційними службами, а також недостатнім фінансуванням інновацій в аграрному секторі. В наукових статтях і публікаціях є активізація академічного інтересу до теми цифрового землеробства, що створює передумови для подальшого наукового супроводу процесу впровадження інновацій в аграрну практику.

Доцільно розробити національну програму цифрової трансформації сільського господарства, яка включатиме адаптацію мобільних технологій до потреб дрібних і середніх фермерських господарств з урахуванням мовного, соціального та технічного контекстів. Стимулювати розвиток локалізованих мобільних додатків, розроблених за участі аграрних вчених, агрономів-практиків і представників фермерських об'єднань. Особливу увагу слід приділити створенню додатків для: обліку агротехнічних заходів; прогнозування врожайності; ведення документації згідно з вимогами агроекологічного моніторингу. Впровадити системи навчання цифровим навичкам для аграріїв, зокрема через аграрні вищі, агрохаби та об'єднання фермерів. Це дозволить підвищити рівень користування додатками та зменшити опір до інновацій. Підтримати фінансування наукових досліджень і стартапів, спрямованих на створення нових рішень у сфері мобільного агросупроводу, включаючи модулі машинного навчання, GPS-навігацію, датчики стану посівів тощо.

Інтегрувати мобільні додатки з існуючими системами державного аграрного моніторингу та субсидування, що дозволить автоматизувати подання аграрної звітності, облік земель та контроль виконання екологічних стандартів та розробити аналітичну платформу на основі мобільних додатків, яка б збирала аграрні дані у хмарному середовищі, з можливістю аналізу трендів, побудови прогнозів та формування рекомендацій для фермерів у реальному часі.

Список використаних джерел

1. Avinash, Kangane S., Kapse R., Kamble D., Ghugare S., Jagtap M. Digital Farming Using Data Analysis. *Agricultural and*

Food Sciences, Computer Science. 2022. Vol. 7. Issue 4. P. 119–122. URL: <https://www.ijedr.org/papers/IJEDR2204021.pdf> (Last accessed: 10.04.2025).

2. Mittal N., Kumar A. App Based Implementation of Modern Agriculture Utilities for Farmers. 2023 4th Int. Conf. on Intelligent Engineering and Management (ICIEM). 2023. P. 1–6. URL: https://www.researchgate.net/publication/372126318_App_Based_Implementation_of_Modern_Agriculture_Uilities_for_Farmers (Last accessed: 11.04.2025).

3. Firame S., Dhamale A., Yerne A., Kote K., Shinde S. A Survey Paper On: Uplifting Farmers with Mobile Applications: An Overview of Modern Agricultural Utilities. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*. 2024. Vol. 9. P. 368–371. URL: <https://www.ijisrt.com/assets/upload/files/IJISRT24MAR505.pdf> (Last accessed: 12.04.2025).

4. Senthilkumar S., Manivannan C., Sureshkannan S. Development of mobile based technology transfer application system. *The Indian Journal of Animal Sciences*. 2021. Vol. 91 (4). P. 321–324. URL: https://www.researchgate.net/publication/355143091_Development_of_mobile_based_technology_transfer_application_system_to_empower_the_small_ruminant_farmers (Last accessed: 13.04.2025).

5. Athirah R. N., Norasma C. Y. N., Ismail M. Development of an Android Application for Smart Farming in Crop Management. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2020. Vol. 540. P. 540–546. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/540/1/012074> (Last accessed: 10.04.2025).

6. Wahyudi D., Ubaidilah M., Ratnawati D., Sholihah W., Tresnawati T. Development of mobile-based apps towards smart farming technology *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 756. P. 756–761. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/756/1/012059> (Last accessed: 11.04.2025).

7. Mendes J., Pinho T. M., Neves dos Santos F., et al. Smartphone Applications Targeting Precision Agriculture Practices. A Systematic Review. *Agronomy*. 2020. Vol. 10. P. 1–43. URL: <https://consensus.app/>

papers/smartphone-applications-targeting-precision-mendes-pinho/e74c360ca21556c89bb89a9bd257c9a6/?utm (Last accessed: 12.04.2025).

8. Balkrishna A., Sharma J., Sharma H., et al. Agricultural Mobile Apps used in India: Current Status and Gap Analysis. *Agricultural Science Digest*. 2020. Vol. 41. P. 1–12. URL: <https://consensus.app/papers/agricultural-mobile-apps-used-in-india-current-status-and-balkrishna-sharma/bb92a6750d3c56dcb6514189e9fa2fa9/?utm> (Last accessed: 13.04.2025).

9. Шевченко О. М. Цифрові технології в агрономії: сучасний стан та перспективи. *АгроСвіт*. 2021. № 14. С. 45–49.

10. Баранов І. П., Головач Л. В. Аграрна аналітика і цифрові рішення в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 11. С. 23–29.

11. Gebbers G. W., Adamchuk V. I. Precision agriculture and mobile apps: development and integration. *Precision Agriculture*. 2019. Vol. 20 (4). P. 807–829.

12. Reddy M. K., Gupta R., Singh A. AI-based mobile tools for disease detection in crops: a Plantix case study. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2022. Vol. 195. P. 185–192.

13. Zhang C., Kovacs J. M. The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: a review. *Precision Agriculture*. 2020. Vol. 21 (5). P. 973–1001.

14. Курепін В. М., Іваненко В. С. Застосування цифрових технологій у сільському господарстві для досягнення цілей сталого розвитку. *Modern Economics*. 2024. № 47. С. 62–69. URL: Dspace MNAU+3Modecon+3Dspace MNAU+3 (дата звернення: 12.04.2025).

15. Гуржій Н. М., Довбня К. О. ІТ технології в сільському господарстві України: потенціал упровадження, характеристика. *Modern Economics*. 2021. № 30. С. 76–81. URL: Dspace MNAU+1Modecon+1 (дата звернення: 12.04.2025).

16. Базака Р. В., Щепаняк А. С., Костина О. С. Інформаційні технології та інновації як фактор сталого розвитку сільського господарства України. *Таврійський науковий вісник*. Серія: Економіка. 2024. № 20. С. 159–165. URL: <http://tnv-econom.ksauniv.ks.ua/index.php/journal/article/view/533/500> (дата звернення: 13.04.2025).

17. Гапон В. Особливості впровадження цифрових технологій в сільському господарстві. *Формування механізму зміцнення конкурентних позицій національних економічних систем у глобальному, регіональному та локальному вимірах* : Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції (м. Тернопіль, 3 листопада 2023 р.). Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2023. С. 32–33.

18. Солоня О. В., Скоромна О. І. Інтернет речей та штучний інтелект у сільському господарстві. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2023. № 4 (123). С. 43–50.

19. Мобільні додатки для агронома. Огляд кращих програм. URL: <https://shop.gpsgeometer.com/ua/blog/mobilnye-prilozheniya-dlya-agronoma-obzor-luchshih-programm> (дата звернення: 12.04.2025).

20. 10 мобільних додатків для агро. URL: <https://ifarming.ua/upravlinnia/10-mobilnyh-dodatkov-dlya-agro> (дата звернення: 12.04.2025).

21. Сингента Україна. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.syngenta.syngentaua&hl=uk> (дата звернення: 12.04.2025).

22. Новий мобільний застосунок Дім.Сад.Город. URL: https://www.syngenta.ua/novyy-mobilnyy-zastosunok-dimsadhorod?utm_source (дата звернення: 12.04.2025).

23. Агробаза – бур'ян, комахи. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=lt.farmis.apps.farmiscatalog&hl=uk> (дата звернення: 13.04.2025).

24. Агрозастосунки. URL: <https://crazyagro.com/agrozastosunky/> (дата звернення: 14.04.2025).

25. Agrónoma. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.vocento.abc.sevilla.agronoma&hl=uk> (дата звернення: 15.04.2025).

26. Чому ми. URL: <https://gpsgeometer.com/?srsltid=AfmBOoqWgTEMmpSZpvaD-vIYk3rf046QUVirY1XlweOZV3qfO93k0Wax> (дата звернення: 16.04.2025).

27. Лиховид П. В., Пілярська О. О., Біляєва І. М. Можливості застосування мобільного додатку EVAPO для оперативної оцінки евапотранспірації в польових умовах. Таврійський

науковий вісник. *Сільськогосподарські науки*. 2020. Вип. 116 (2). С. 10–14. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/tnveconn_2020_116\(2\)_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/tnveconn_2020_116(2)_4) (дата звернення: 12.04.2025).

28. Про Climate Corporation та Climate FieldView. *Інновації на перетині сільського господарства та технологій*. URL: <https://www.climatefieldview.com.ua/about/?utm> (дата звернення: 13.04.2025).