

DOI [10.28925/2663-4023.2023.19.197208](https://doi.org/10.28925/2663-4023.2023.19.197208)

УДК 658.512.2

**Тарасюк Антон Миколайович**

асистент кафедри цифрової економіки та системного аналізу  
Державний торговельно-економічний університет, м. Київ, Україна  
ORCID ID: 0000-0003-0830-1636  
[a.tarasiuk@knu.edu.ua](mailto:a.tarasiuk@knu.edu.ua)

**Гамалій Володимир Федорович**

доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри цифрової економіки та системного аналізу  
Державний торговельно-економічний університет, м. Київ, Україна  
ORCID ID: 0000-0001-7544-7470  
[v.gamaliy@knu.edu.ua](mailto:v.gamaliy@knu.edu.ua)

**Рзаєва Світлана Леонідівна**

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інженерії програмного забезпечення та кібербезпеки  
Державний торговельно-економічний університет, м. Київ, Україна  
ORCID ID: 0000-0002-7589-2045  
[rzaevasl@ukr.net](mailto:rzaevasl@ukr.net)

## ШЛЯХИ ПОБУДОВИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ АГРОФІРМОЮ

**Анотація.** У даній публікації досліджується проблема побудови інтелектуальної системи управління для аграрної компанії. Інтелектуальна система управління аграрним підприємством є важливим інструментом для підвищення ефективності та прибутковості сільського господарства. Для побудови такої системи можна використовувати різні підходи, такі як системи експертів, нейронні мережі та машинне навчання. Крім того, можна створити цифровий двійник аграрного підприємства, що дозволить використовувати великі обсяги даних для прогнозування погоди, урожайності та планування логістики. Основні етапи побудови інтелектуальної системи управління включають збір та первинну обробку даних, їх первинний аналіз та класифікацію на бізнес-процеси, побудову моделей та розробку алгоритмів для прийняття рішень. Модель погоди може бути побудована на основі аналізу показників за останні десять років, включаючи температуру, вологість, опади та інші параметри. На основі цих даних можна розробити нейронну мережу, яка зможе прогнозувати погоду з високою точністю. Модель урожайності може бути побудована на основі планових показників сільськогосподарських культур, таких як мінімальна та максимальна урожайність, показники хімічного складу ґрунту, кількість внесених добрив та коефіцієнт всмоктування. На основі цих даних можна розробити нейронну мережу, яка зможе прогнозувати урожайність та допомагати в плануванні виробництва. Модель логістики може бути побудована на основі даних про виробництво та транспортування продукції.

**Ключові слова:** інформаційні технології, інформаційні системи, інтелектуальні системи, штучні нейронні мережі, моделі.

### ВСТУП

Агробізнес є однією з найважливіших галузей економіки в Україні, яка має великий потенціал для подальшого розвитку. Проте, не дивлячись на наявність сильних сторін у цій галузі, існують значні проблеми, що обмежують її розвиток та ефективність управління. Одним з можливих шляхів вирішення цих проблем є впровадження інтелектуальної системи управління агрофірмою, яка дозволить ефективно управляти



бізнесом, отримувати рішення на основі аналізу великої кількості даних, прогнозувати результати та забезпечувати стабільність інноваційного розвитку. Тому, актуальність даної теми полягає у необхідності розробки та впровадження інтелектуальної системи управління агрофірмою як ефективного інструменту для розвитку агробізнесу в Україні.

**Постановка проблеми.** Управління агрофірмами у сучасних умовах вимагає від підприємств високої конкурентоспроможності та ефективності. Традиційні методи управління не завжди забезпечують досягнення максимальних результатів. Однак, інноваційні технології та інтелектуальні системи можуть допомогти агрофірмам оптимізувати управлінський процес і підвищити ефективність діяльності. Проте, на сьогоднішній день в Україні відсутній цілісний підхід до впровадження інтелектуальних систем управління в агробізнесі, що затримує розвиток галузі та призводить до втрат конкурентної переваги. Тому, актуальним є питання визначення шляхів побудови інтелектуальної системи управління агрофірмою в Україні.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Останнім часом дослідження у галузі інтелектуальної системи управління агрофірмою стали особливо актуальними. У своїй статті «Розвиток інноваційної діяльності в аграрному секторі економіки України» автор Дудар Т. наголошує на тому, що в умовах відсутності ефективних систем управління, агрофірми не можуть досягти повної потенційної ефективності та конкурентоспроможності на ринку [1]. У своїй статті «Актуальні проблеми та перспективи розвитку підприємств агробізнесу» автори Ульяновська О., та Білоусько Т. зазначають, що для ефективного управління агрофірмами необхідно мати інформаційну базу даних та інтелектуальну систему управління [2].

Також у статті «Штучний інтелект як один із ключових драйверів цифрової трансформації економіки» авторства Піжук О. І. досліджує теоретичні засади розробки інтелектуальної системи управління сільського господарства та розглядає застосування різних методів та моделей штучного інтелекту для її побудови [3]. У свою чергу, у статті «Особливості впровадження інформаційних технологій в аграрному секторі України» автори Шацька З. Я., та Прима В. І. зазначають, що використання інформаційних технологій, зокрема технологій штучного інтелекту, дозволяє значно покращити ефективність управління агрофірмою та досягти більшого рівня автоматизації процесів [4].

Отже, згідно з проведеними дослідженнями, можна стверджувати, що інтелектуальна система управління є необхідною умовою для ефективного та конкурентоспроможного функціонування агрофірми. Застосування технологій штучного інтелекту та інших інформаційних технологій може значно полегшити та автоматизувати процеси управління, що, в свою чергу, дозволить збільшити продуктивність та ефективність діяльності агрофірми.

**Мета статті.** Метою даної статті є дослідження проблем управління агрофірмами в Україні, аналіз традиційної системи управління та розробка шляхів побудови інтелектуальної системи управління агрофірмою, яка забезпечить ефективне функціонування та оптимізацію процесів. Крім того, метою є визначення ролі технологій ІТ у створенні інтелектуальної системи, розробка стратегії впровадження такої системи та аналіз перспектив її використання для розвитку агробізнесу в Україні. В результаті дослідження має бути розроблена рекомендації щодо подальшої реалізації інтелектуальної системи управління агрофірмою та можливих напрямів подальших досліджень у цій сфері.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В останні роки було проведено дослідження щодо впровадження інтелектуальних систем управління агрофірмами. Наприклад, згідно з дослідженням, проведеним Інститутом економіки та прогнозування НААН, використання ІСУ на агропідприємствах може підвищити їх ефективність від 25% до 60%. Також відомо, що використання ІСУ управління агрофірмами дозволяє [1]:

- автоматизувати процеси управління та зменшити кількість ручних операцій;
- покращити якість прийняття управлінських рішень;
- збільшити точність обліку та зменшити ризик помилок;
- підвищити рівень безпеки та захисту інформації.

Розробка стратегії впровадження інтелектуальної системи управління агрофірмою є важливою складовою успішного функціонування підприємства. Для того, щоб впровадити інтелектуальну систему управління (ІСУ), необхідно визначити ключові етапи цього процесу (рис.1) та розробити стратегію впровадження [9].

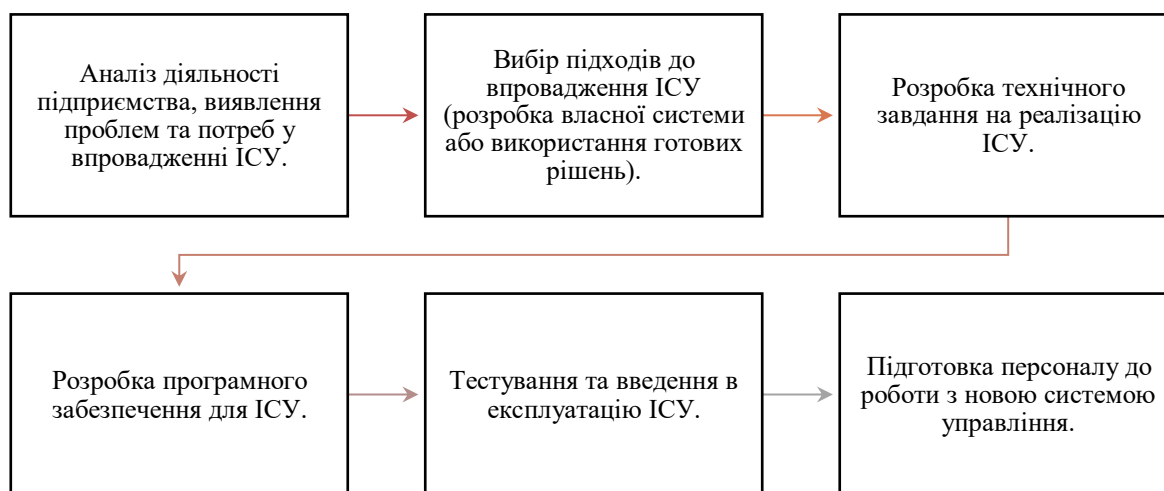


Рис. 1. Основні етапи впровадження ІСУ агрофірми

Інтелектуальна система управління (ІСУ) - це система, що базується на застосуванні методів штучного інтелекту, нейронних мереж та інших сучасних технологій, яка допомагає ефективніше керувати підприємством. Побудова інтелектуальної системи управління агрофірмою може бути здійснена шляхом застосування різних технологій та методів. Запропонована ІСУ складатиметься із поєднання таких модулів як:

- Система збору та аналізу даних;

Подібна система може бути реалізована за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення для збору та обробки даних про виробництво, склад, продажі, маркетинг і т.д. Отримані дані, в свою чергу, можуть бути використані для створення аналітичних звітів, що допоможуть керівникам приймати рішення. Серед підходів до аналізу даних можна виділити наступні:

- описувальний аналіз – дає узагальнене уявлення про дані та їх розподіл;
- кластерний аналіз слугує для виявлення групи агропродукції зі схожими властивостями та встановлює залежності між ними;
- кореляційний аналіз необхідний для виявлення взаємозв'язків між виробництвом, продажами, маркетингом та іншими факторами;



- аналіз часових рядів - відповідає за виявлення сезонних трендів та інших патернів у наборі даних, як результат – має великий вплив на моделювання та прогнозування для ефективного вирішення проблеми з плануванням, прийняттям рішень та оптимізацією бізнес-процесів.

- Нейронні мережі;

Машинне навчання та інші технології штучного інтелекту можуть бути використані для прогнозування та оптимізації різних процесів управління агрофірмою, таких як вирощування рослин, збір урожаю, використання ресурсів, маркетингові кампанії тощо. В запропонованій ІСУ буде розроблено модель на основі нечіткої нейромережі для прогнозування врожайності в залежності від погодних умов, типу ґрунту, виду рослин та інших параметрів. Такі прогнози можуть допомогти управлінцям приймати рішення щодо вибору оптимального часу для збирання врожаю, використання ресурсів та логістики.

- Інтернет речей: модель урожайності.

Інтелектуальні аграрні технології дозволяють автоматизувати та віддалено контролювати процеси вирощування, збирання та зберігання врожаю. Це сприяє зниженню витрат і підвищенню ефективності. Технологія Інтернету речей (IoT) використовується для збору та аналізу даних про рослини та умови їх вирощування. Завдяки даним з різноманітних датчиків можна встановити оптимальні умови для росту рослин, такі як вологість ґрунту, температура повітря та інші показники.

Хмарні рішення надають керівникам агропідприємств можливість отримувати доступ до даних та аналізувати їх з будь-якої точки світу та з будь-якого інтернет-підключеного пристрою. Це дозволяє управлінцям бути в курсі поточного стану виробництва та приймати обґрунтовані рішення щодо використання ресурсів та маркетингових кампаній.

- Системи моніторингу якості.

Інтелектуальні системи можуть бути застосовані для контролю якості продукції протягом різних етапів виробничого процесу. Введення системи моніторингу якості продукції передбачає використання різноманітних технологій штучного інтелекту, таких як комп'ютерний зір, нейронні мережі та інші [8].

Як зазначалось - комп'ютерний зір може бути використаний для автоматизації контролю якості на різних стадіях виробництва, наприклад, під час сортування та пакування продукції. Застосування камер та датчиків дозволяє сканувати продукти та визначати їхні розміри, форму, колір та інші параметри. На підставі отриманих даних система автоматично приймає рішення щодо класифікації та сортування продукції відповідно до встановлених критеріїв якості.

Нейронні мережі можуть бути застосовані для прогнозування якості продукту на основі даних, зібраних з різних джерел. Таким чином, можна розробити модель, що передбачає якість продукту на основі інформації про його вирощування, умови зберігання та транспортування [8].

Задля забезпечення прозорості та вірогідності даних про якість продукту на кожному етапі виробництва та постачання можливе використання технології блокчейн. Використання технології дозволяє надати споживачам інформацію про походження продукту та його якість.

Таким чином, імплементація системи моніторингу якості продукції за допомогою інтелектуальних систем може забезпечити високий стандарт продукту та підвищити довіру споживачів до агропідприємства. Перевагою використання інтелектуальних систем для моніторингу якості продукції є можливість отримання додаткових даних для

оптимізації виробничих процесів та раціональному використанню ресурсів. Штучний інтелект може допомогти виявити проблемні області в процесах вирощування, збирання, обробки та зберігання продукції, а також рекомендувати покращення для досягнення більшої ефективності та якості продукту. Крім того, інтелектуальні системи можуть сприяти підвищенню екологічної стійкості виробництва. Наприклад, використання даних про умови вирощування та ресурсів, отриманих з нейронних мереж, може допомогти агропідприємствам розробляти екологічні плани та стратегії, що мінімізують відходи та вплив на навколишнє середовище.

Отже, використання інтелектуальних систем для моніторингу якості продукції може мати значні переваги для агропідприємств, включаючи забезпечення високої якості продукту, підвищення довіри споживачів, оптимізацію виробничих процесів, підвищення екологічної стійкості та безпеки продукції.

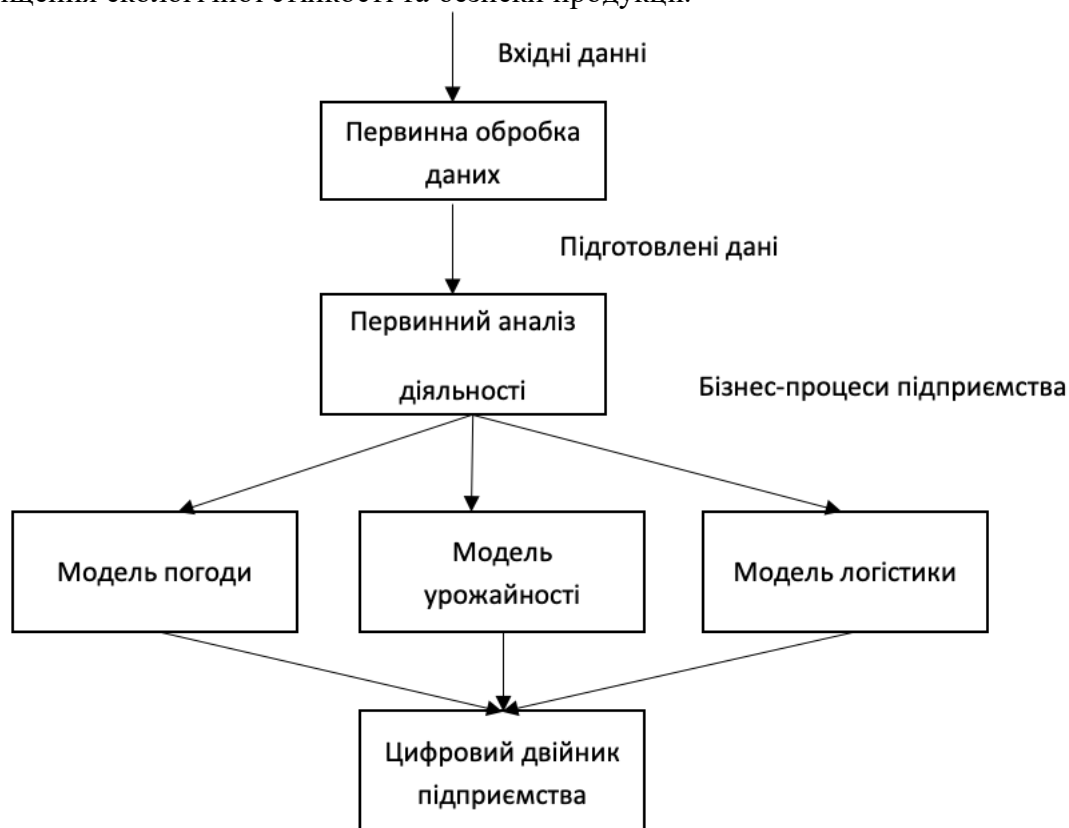


Рис.2. Базовий алгоритм побудови інтелектуальної системи управління агрофірмою

Аналізуючи наявні підходи до розробки інтелектуальних систем варто виділити низку підходів до їх розробки:

Базова система з додатковими модулями - початкова версія інтелектуальної системи управління може бути розроблена з базовим функціоналом, що дозволяє відслідковувати стан об'єктів та процесів. Отримана система має здатність до розширення, а отже можуть бути додані додаткові модулі, які включають розширений функціонал, наприклад, передбачення погодних умов або аналіз економічної ефективності.

Система на основі машинного навчання - інтелектуальна система управління може бути побудована з використанням алгоритмів машинного навчання. Це дозволяє системі навчатися на основі даних, що поступають від датчиків, та автоматично адаптуватися до

змінних умов. Така система може бути особливо ефективною для вирішення складних задач, наприклад, передбачення врожаю.

Система на основі аналізу даних - інтелектуальна система управління може бути побудована на основі аналізу даних, який дозволяє отримувати цінну інформацію про об'єкти та процеси. За допомогою такої системи можна відслідковувати тенденції, виявляти проблемні зони та розробляти оптимальні стратегії управління [5-7].

Система з інтеграцією з зовнішніми сервісами - інтелектуальна система управління може бути побудована з інтеграцією з зовнішніми сервісами, наприклад з сервісами з передбачення погоди, ринковими даними або з іншими аграрними підприємствами. Це дозволяє отримувати додаткову інформацію та підтримувати зв'язок з іншими гравцями на ринку.

Системи «цифрового двійника» - інтелектуальна система управління може бути побудована з використанням технологій змішаної реальності, яка дозволяє об'єднувати віртуальний та реальний світи. За допомогою цієї технології можна створити віртуальну(цифрову) копію аграрного підприємства та моделювати різні сценарії управління, щоб зробити оптимальний вибір.

Розглянемо алгоритм побудови цифрового двійника аграрного підприємства наведений на ілюстрації.

Першим етапом проводиться первинна обробка наявних даних про діяльність підприємства. Основна задача полягає у виокремленні кожного бізнес-процесу діяльності підприємства та аналізу факторів впливу на нього для побудови моделі.

Первинна обробка даних аграрного підприємства - це процес збору, фільтрації та первинної обробки даних про всі аспекти діяльності підприємства, включаючи рослинництво, тваринництво, посівну площу, обробку ґрунту, використання добрив та засобів захисту рослин, технічний стан обладнання та інше.

Процес первинного аналізу діяльності аграрного підприємства передбачає класифікацію та розподіл даних, отриманих в результаті первинної обробки, на бізнес-процеси для подальшої роботи з ними. Нижче наведено загальні кроки цього процесу:

Визначення бізнес-процесів: перший крок полягає у визначенні бізнес-процесів, що характеризують діяльність аграрного підприємства. Цей крок включає аналіз діяльності компанії та визначення головних процесів, що входять до складу її діяльності.

Класифікація даних: на цьому етапі проводиться класифікація даних, які відносяться до кожного з бізнес-процесів. Для цього використовуються методи машинного навчання, що дозволяють автоматизувати процес класифікації та зменшити кількість помилок.

Розподіл даних: на цьому етапі дані розподіляються на категорії залежно від їх значущості для кожного з бізнес-процесів. Наприклад, дані про виробництво можуть бути розподілені на такі категорії, як рослинництво, тваринництво та інші.

Побудова моделей: після класифікації та розподілу даних по категоріях можна розпочати побудову моделей, які дозволять аналізувати діяльність аграрного підприємства та приймати рішення на основі отриманих даних. Для побудови моделей використовуються методи машинного навчання та статистичний аналіз даних.

Для обчислення, аналізу та моделювання метеорологічних даних, було розглянуто ряд регресійних моделей, а саме - лінійну регресію, логістичну регресію та поліноміальну регресію. Задля забезпечення справедливого співвідношення точності до часу виконання було обрано лінійну регресію:

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_nx_n \quad (1)$$

Наступним кроком є вирішення проблеми прогнозування числових рядів. Серед використовуваних шляхів рішення цього завдання зустрічаються наступні підходи: авторегресійне інтегроване ковзне середнє (АІКС) та рухоме середнє. Було обрано використання АІКС.

$$(1 - \Sigma(B^i * \varphi_i))Y_t = (1 + \Sigma(B^j * \theta_j))\varepsilon_t \quad (2)$$

Модель урожайності може включати наступні складові:

Дані про ґрунт: тип, властивості та хімічний склад ґрунту.

Дані про погоду: температуру повітря, вологість, опади та інші параметри.

Дані про використання землі: типи культур, що вирощуються на землі, їх площу та розташування.

Відповідно модель урожайності можна створити, використовуючи методи та алгоритми машинного навчання та статистичні моделі, що враховують властивості ґрунту та його хімічний склад. Задля створення моделі спершу необхідно зібрати дані про ґрунт, такі як тип ґрунту, фізичні властивості (такі як густина, вологість, пористість) та хімічний склад (такий як концентрація макро- та мікроелементів, рівень рН). Відповідні дані можна отримати з дослідницьких станцій, датчиків ґрунту, аналізів лабораторій чи відкритих баз даних. Слідом необхідно провести попередню обробку даних - застосувати нормалізацію або стандартизацію, щоб масштабувати діапазон значень кожної властивості ґрунту.

Для вирішення задачі найбільшу перспективу має використання штучних нейронних мереж. Залежно від архітектури мережі, можна використовувати повнозв'язні мережі, згорткові мережі або рекурентні мережі. Основні формули включають ваги та функції активації:

$$Y = f(W * X + b) \quad (3)$$

де  $Y$  - вихід мережі (передбачувана урожайність),  $W$  - матриця ваг,  $X$  - характеристики ґрунту (тип, властивості, хімічний склад),  $b$  - вектор зсувів,  $f$  - функція активації (наприклад, ReLU, сигмоїда, tanh).

Навчання та перевірка моделі включають декілька етапів, таких як розбиття даних, навчання моделі, налаштування гіперпараметрів, крос-валідація та оцінка моделі.

Математична модель урожайності може бути представлена такою формулою:

$$Y = a\text{ФАС} + b(C + \Delta C) + c * (N + \Delta N) + d * (P + \Delta P) + e * \text{ВЗД} \quad (4)$$

де  $Y$  – урожайність;

$C$ ,  $N$  та  $P$  є показниками карбону, азоту та фосфору в ґрунті відповідно;

$a$ ,  $b$ ,  $c$  та  $d$  є коефіцієнтами, які відображають вплив кожного з показників на урожайність окремо;

$\Delta C$ ,  $\Delta N$  та  $\Delta P$  є зміною показників ґрунту внаслідок внесення добрив, а ВЗД є моделлю моделювання впливу внесення добрив.

Показник ФАС (фіто-активне світло) відображає кількість світла в діапазоні від 400 до 700 нм, який поглинає рослина під час фотосинтезу. Чим вищий рівень ФАС, тим більше світла поглинає рослина, тим більше енергії отримує від світла, і тим більший її потенційний ріст.

Для визначення рівня ФАС можна використовувати спектрофотометр або спекторадіометр, які вимірюють інтенсивність світла в діапазоні від 400 до 700 нм. Ці прилади можуть бути встановлені на полі або у теплиці, щоб забезпечити постійний моніторинг рівня ФАС.

Коефіцієнт  $\epsilon$  відображає вплив внесення добрив на урожайність. Цей коефіцієнт може бути визначений на основі даних про внесення добрив та врожайність культури.

Модель моделювання впливу внесення добрив може мати наступний вигляд:

$$ВЗД = f(В, КЗ, КД) \quad (5)$$

де  $В$  є об'ємом внесення добрив, а  $КЗ$  та  $КД$  є коефіцієнтами засвоєння та розподілу добрив в ґрунті відповідно.

Коефіцієнти  $КЗ$  та  $КД$  можуть бути визначені експертно на основі досвіду вирощування певної культури в певних умовах.

Модель логістики може включати наступні складові:

Дані про збір та транспортування врожаю: включає дані про час збору, врожайність, тип та кількість транспортних засобів та маршрути доставки.

Дані про складське господарство: включає дані про кількість та типи зберігальних приміщень, температурні режими, вологість та інші параметри.

Для побудови математичної моделі, яка передбачає оптимальні маршрути доставки, можна використовувати алгоритми оптимізації та машинного навчання. Один з підходів - застосування алгоритму маршрутизації з урахуванням обмежень (Vehicle Routing Problem, VRP) та навчання на прикладі (Reinforcement Learning, RL).

Математичне представлення маршрутизації з урахуванням обмежень (VRP) може бути описано наступним шляхом:

Мінімізація -  $\Sigma(\Sigma(c_{ij} * x_{ij}))$ , де  $i = 1 \dots n, j = 1 \dots n$ .

Обмеження:

$\Sigma(x_{ij}) = 1$  для кожного  $i$  (кожен клієнт відвідується лише один раз);

$\Sigma(x_{ij}) = \Sigma(x_{ji})$  для кожного  $i$  (збереження балансу кількості відвідувань);

$u_i - u_j + Q * x_{ij} \leq Q - q_j$ , де  $i \neq j$  (обмеження на

вантажопідйомність)

де  $n$  - кількість клієнтів,

$c_{ij}$  - вартість переміщення від клієнта  $i$  до клієнта  $j$ ,

$x_{ij}$  - бінарна змінна, що дорівнює 1, якщо маршрут включає перехід від  $i$  до  $j$ ,

$u_i$  - завантаження автомобіля після відвідування клієнта  $i$ ,

$Q$  - максимальна вантажопідйомність автомобіля,

$q_j$  - попит клієнта  $j$ .

Варто зауважити, метою навчання на прикладі є максимізація кумулятивної нагороди (мінімізація від'ємної вартості маршруту) на довгостроковій перспективі. Для виконання даної задачі було обрано алгоритм Q-навчання (Q-Learning).

Q-навчання - це один з популярних алгоритмів навчання на прикладі, який шукає оптимальну політику дій, максимізуючи кумулятивну нагороду. Оновлення значень  $Q$  відбувається за наступною формулою:

$$Q(s, a) \leftarrow Q(s, a) + \alpha * (R(s, a) + \gamma * \max(Q(s', a')) - Q(s, a)) \quad (6)$$

де  $s$  - поточний стан,  $a$  - вибрана дія,  $\alpha$  - коефіцієнт навчання ( $0 < \alpha \leq 1$ ),  $R(s, a)$  - нагорода за вибір дії  $a$  в стані  $s$ ,  $\gamma$  - коефіцієнт дисконтування ( $0 \leq \gamma < 1$ ), що враховує важливість майбутніх нагород,  $\max(Q(s', a'))$  - максимальне значення  $Q$  для наступного стану  $s'$  та всіх можливих дій  $a'$ ,  $Q(s, a)$  - поточне значення  $Q$  для стану  $s$  та дії  $a$ .

Після навчання алгоритму Q-навчання, ви можете використовувати значення  $Q$  для визначення оптимального маршруту доставки. Щоб знайти оптимальний маршрут,





слідкуйте за політикою, яка вибирає дію з максимальним значенням  $Q(s, a)$  для кожного стану  $s$ .

## ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

У висновках можна сказати, що інтелектуальні системи управління аграрним підприємством мають значний потенціал для оптимізації процесів та покращення ефективності діяльності. Використання цифрових технологій та аналіз даних можуть допомогти у плануванні виробництва, прогнозуванні погодних умов та визначенні найбільш ефективних способів розвитку бізнесу.

Перспективи подальших досліджень у цій галузі включають розвиток інтелектуальних систем з більш точними алгоритмами прогнозування погоди, що базуються на аналізі різноманітних даних, таких як джерела соціальних медіа, дрони та супутникові знімки. Також можна досліджувати використання технологій машинного навчання та нейронних мереж для розробки інтелектуальних систем управління, що базуються на аналізі даних в режимі реального часу.

Щодо урожайності можна розглядати більш точні методи прогнозування на основі використання додаткових даних про різноманітність сортів культур та їх взаємодії з різними ґрунтовими умовами, а також визначенням найбільш ефективних методів господарювання та внесення добрив.

У галузі логістики можна використовувати алгоритми маршрутизації та оптимізації розкладу доставки з урахуванням погодних умов, стану доріг та транспортної інфраструктури, а також побудувати інтелектуальні системи управління запасами та розподілу ресурсів для забезпечення ефективної дистрибуції.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Дудар, Т. (2019). Розвиток інноваційної діяльності в аграрному секторі економіки України. *Вісник Тернопільського національного економічного університету*, 1, 60-69. <http://dspace.tneu.edu.ua/handle/316497/34035>
- 2 Улянченко, О., Білоусько, Т. (2021). Актуальні проблеми та перспективи розвитку підприємств агробізнесу. «Сталий розвиток аграрної сфери: інженерно-економічне забезпечення». У *II Міжнародна науково-практична конференція. м. Харків: ТОВ «ПромАрт»*, (с 96). [https://www.bati.nubip.edu.ua/Doc/Conference/Conf\\_2021\\_02/Bati\\_Work\\_22-02-2021.pdf](https://www.bati.nubip.edu.ua/Doc/Conference/Conf_2021_02/Bati_Work_22-02-2021.pdf)
- 3 Піжук, О. І. (2019). Штучний інтелект як один із ключових драйверів цифрової трансформації економіки. *Економіка, управління та адміністрування*, 3(89), 41-46. [https://doi.org/10.26642/ema-2019-3\(89\)-41-46](https://doi.org/10.26642/ema-2019-3(89)-41-46)
- 4 Шацька, З. Я., Прима, В. І. (2022). Особливості впровадження інформаційних технологій в аграрному секторі України. *Агросвіт*. DOI:10.32702/2306-6792.2022.13—14.60
- 5 Копііка, О., Skladannyi, P. (2021). Use of Service-Oriented Information Technology to Solve Problems of Sustainable Environmental Management. *Information Technology and Mathematical Modeling for Environmental Safety*, 3021, 66-75. ISSN1613-0073 <https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/39219/>
- 6 Семко, О.В., Складанний, П.М., Семко, В.В., Бурячок, В.Л. (2019) Методологія інтелектуального управління маршрутизацією в конфліктуючих сенсорних мережах варіативної топології. *Науково-практичний журнал "Сучасна спеціальна техніка"*, 55(4), 64-76. ISSN2411-3816. <https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/26821>
- 7 Семко В.В., Бурячок В.Л., Толюпа С.В., Складанний П.М. (2015). Ситуаційне управління доступом в інформаційно-телекомунікаційній системі. *Проблеми телекомунікацій*, 2(17). <https://pt.nure.ua/articles/situacijne-upravlinnya-dostupom-v-informacijno-telekomunikacijnij-sistemi/>



- 8 Lakhno, V., Kryvoruchko, O., Desiatko, A., Blozva, A., Semidotska, V. (2020). Development strategy model of the informational management logistic system of a commercial enterprise by neural network apparatus. *CEUR Workshop Proceedings*, 2746, 87-98. <https://ceur-ws.org/Vol-2746/paper8.pdf>
- 9 Цюцюра, С.В., Криворучко, О.В., Десятко, А.М., Пашорін, В.І. (2017). Інформаційна система логістики в торгівлі як складова інформаційних систем управління підприємствами. *Управління розвитком складних систем*, 31, 132 – 137.

**Anton Tarasiuk**

Assistant of the Department of Digital Economy and System Analysis  
State University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine  
ORCID ID: 0000-0003-0830-1636  
*a.tarasiuk@knute.edu.ua*

**Volodymyr Gamaliy**

Doctor of Sciences in Physics and Mathematics, Professor, Professor of the Department of Digital Economy and System Analysis  
State University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine  
ORCID ID: 0000-0001-7544-7470  
*v.gamaliy@knute.edu.ua*

**Svitlana Rzaieva**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Software Engineering and Cybersecurity  
State University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine  
ORCID ID: 0000-0002-7589-2045  
*rzaevasl@ukr.net*

## WAYS OF BUILDING AN INTELLIGENT AGRICULTURAL COMPANY MANAGEMENT SYSTEM

**Abstract.** This publication examines the problem of building an intelligent management system for an agricultural company. The intelligent management system of an agricultural enterprise is an important tool for increasing the efficiency and profitability of agriculture. Various approaches can be used to build such a system, such as expert systems, neural networks, and machine learning. In addition, it is possible to create a digital double of an agricultural enterprise, which will allow the use of large volumes of data for weather forecasting, productivity and logistics planning. The main stages of building an intelligent management system include the collection and primary processing of data, their primary analysis and classification into business processes, building models and developing algorithms for decision-making. A weather model can be built based on the analysis of indicators for the last ten years, including temperature, humidity, precipitation and other parameters. Based on this data, a neural network can be developed that can predict the weather with high accuracy. The productivity model can be built on the basis of planned indicators of agricultural crops, such as minimum and maximum productivity, indicators of the chemical composition of the soil, the amount of applied fertilizers and absorption coefficient. Based on this data, a neural network can be developed that can predict yield and assist in production planning. The logistics model can be built on the basis of data on production and transportation of products.

**Keywords:** information technologies, information systems, intelligent systems, artificial neural networks, models.

## REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- 1 Dudar, T. (2019). Rozvytok innovatsiinoi diialnosti v ahrranomu sektori ekonomiky Ukrainy. Visnyk Ternopilskoho natsionalnoho ekonomichnoho universytetu, 1, 60-69. <http://dspace.tneu.edu.ua/handle/316497/34035>
- 2 Ulianchenko, O., Bilousko, T. (2021). Aktualni problemy ta perspektyvy rozvytku pidpryemstv ahrobiznesu. «Stalyi rozvytok ahrranoi sfery: inzhenerno-ekonomichne zabezpechennia». U II Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia. m. Kharkiv: TOV «PromArt», (s 96). [https://www.bati.nubip.edu.ua/Doc/Conference/Conf\\_2021\\_02/Bati\\_Work\\_22-02-2021.pdf](https://www.bati.nubip.edu.ua/Doc/Conference/Conf_2021_02/Bati_Work_22-02-2021.pdf)
- 3 Pizhuk, O. I. (2019). Shtuchnyi intelekt yak odyn iz kliuchovykh draiveriv tsyfrovoy transformatsii ekonomiky. Ekonomika, upravlinnia ta administruvannia, 3(89), 41–46. [https://doi.org/10.26642/ema-2019-3\(89\)-41-46](https://doi.org/10.26642/ema-2019-3(89)-41-46)
- 4 Shatska, Z. Ya., Pryma, V. I. (2022). Osoblyvosti vprovadzhennia informatsiinykh tekhnolohii v ahrranomu sektori Ukrainy. Ahrosvit. DOI:10.32702/2306-6792.2022.13—14.60



- 5 Kopyika, O., Skladannyi, P. (2021). Use of Service-Oriented Information Technology to Solve Problems of Sustainable Environmental Management. *Information Technology and Mathematical Modeling for Environmental Safety*, 3021, 66-75. ISSN1613-0073 <https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/39219/>
- 6 Semko, O.V., Skladannyi, P.M., Semko, V.V., Buriachok, V.L. (2019) Metodolohiia intelektualnoho upravlinnia marshrutzatsiieiu v konfliktuiuchykh sensorykh mrezhakh variatyvnoi topolohii. *Naukovo-praktychnyi zhurnal "Suchasna spetsialna tekhnika"*, 55(4), 64-76. ISSN2411-3816. <https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/26821>
- 7 Semko V.V., Buriachok V.L., Toliupa S.V., Skladannyi P.M. (2015). Sytuatsiine upravlinnia dostupom v informatsiino-telekomunikatsiini systemi. *Problemy telekomunikatsii*, 2(17). <https://pt.nure.ua/articles/situacijne-upravlinnya-dostupom-v-informacijno-telekomunikacijnij-sistemi/>
- 8 Lakhno, V., Kryvoruchko, O., Desiatko, A., Blozva, A., Semidotska, V. (2020). Development strategy model of the informational management logistic system of a commercial enterprise by neural network apparatus. *CEUR Workshop Proceedings*, 2746, 87-98. <https://ceur-ws.org/Vol-2746/paper8.pdf>
- 9 Tsiutsiura, S.V., Kryvoruchko, O.V., Desiatko, A.M., Pashorin, V.I. (2017). Informatsiina systema lohistyky v torhivli yak skladova informatsiinykh system upravlinnia pidpriemstvamy. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*, 31, 132 – 137.

