

**275 ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ (ЗА ВИДАМИ)**

УДК 658

DOI: 10.31498/2225-6733.53.2.2026.359963

**ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЕРЕВІЗНИКІВ  
МАЛОГО ТА СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ США ТА УКРАЇНИ З ВИКОРИСТАННЯМ  
ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ**

**Кічкіна О.І.** канд. техн. наук, доцент, Одеський національний морський університет, м. Одеса, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1077-5964>, e-mail: [ki4kinaoi@ukr.net](mailto:ki4kinaoi@ukr.net);

**Кічкін О.В.** ст. викладач, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5283-5403>, e-mail: [kichkin@ukr.net](mailto:kichkin@ukr.net)

Стаття присвячена цифровізації малого та середнього бізнесу у сфері автомобільних вантажних перевезень із порівняльним аналізом досвіду США та України. Метою статті був аналіз та розробка методичних рекомендацій щодо застосування сучасних інформаційних технологій та штучного інтелекту для потреб середнього та малого бізнесу автомобільних перевезень, зокрема рефрижераторних. Дослідження проводить паралелі між досвідом США та України. Представлено порівняльний аналіз існуючих цифрових платформ та систем управління транспортом в США та Україні. Обґрунтовані переваги модульної цифрової архітектури, яка дозволяє невеликим компаніям ефективно інтегрувати спеціалізовані сервіси без значних витрат. Представлено поетапний процес створення інформаційного забезпечення діяльності компанії, що виконує перевезення рефрижераторних вантажів в США. Визначені задачі та методи для їх рішення на кожному етапі з зазначенням отриманих результатів. Особливу увагу приділено впровадженню штучного інтелекту, зокрема методів машинного навчання та нейронних мереж, для вирішення проблеми низької якості сканованих документів через інтелектуальне розпізнавання тексту, що мінімізує ручну працю. Перспективним є використання можливостей сучасних моделей транспортних засобів, оснащених бортовими комп'ютерами, програмним забезпеченням та засобами телематики, що дозволяє забезпечити технологію перевезень оперативною інформацією в реальному часі. У підсумку розроблено методичні рекомендації щодо розробки та впровадження інформаційних систем модульної цифрової архітектури для підприємств малого та середнього перевізного бізнесу, засновані на досвіді діяльності компанії перевізника в США. Використання основних тенденцій такого підходу для створення інформаційного забезпечення діяльності українських перевізників може бути підставою для подолання технологічного розриву та підвищення їх конкурентоспроможності.

**Ключові слова:** інформаційні технології; цифровізація перевізного бізнесу; автомобільні рефрижераторні перевезення; малий та середній бізнес; штучний інтелект; машинне навчання; нейронні мережі; модульна цифрова архітектура.

**Постановка проблеми**

Ефективне функціонування малого та середнього бізнесу автомобільних вантажних комерційних перевезень залежить від багатьох факторів. Серед них – інформаційне забезпечення автомобільних вантажних перевезень, що останнім часом набуває все більш вагомego значення. Аналіз досвіду застосування інформаційних систем в управлінні діяльністю компаній перевізників малого та середнього бізнесу в США дозволить зробити певні висновки та надати рекомендації щодо удосконалення інформаційного супроводу діяльності українських перевізників.

Системи управління транспортом (Transport Management Systems – TMS), що використовують у США, націлені на виконання переліку задач: планування та оптимізація перевезень, диспетчеризація, тарифікація та білінг, управління перевізними документами, інтеграція з брокерами, вантажовідправниками та державними установами. Натомість, для більшості малих і середніх автотранспортних компаній США

характерна модульна цифрова архітектура, а не єдина велика TMS. Такі системи формують інформаційний контур підтримки діяльності компанії з функціоналом: експлуатація, диспетчеризація, управління фінансами, платежі, інфраструктурні сервіси. Але децентралізований характер інформаційного забезпечення, характерний для більшості малих та середніх автотранспортних компаній США, ґрунтується на інтеграції спеціалізованих сервісів, а не на впровадженні монолітної TMS, хоча й забезпечує функціональну достатність при мінімальних витратах.

В Україні існують TMS-системи, які за базовим функціоналом і призначенням аналогічні американським TMS, але різняться за масштабом, глибиною автоматизації та технологічними можливостями. Типовий функціонал TMS-систем в Україні включає: планування маршрутів та оптимізацію завантаження транспорту, GPS-моніторинг руху автотранспорту та водіїв у реальному часі, автоматизацію документообігу (електронні перевізні документи, автоматичне формування звітів), аналітику та звітність і функції інтеграції із

зовнішніми системами. Отже, в Україні більшість TMS зосереджені на операційному рівні (планування маршрутів, контроль транспорту), тоді як інтелектуальні функції підтримки рішень та повна автоматизація документообігу залишаються недостатньо розвиненими. Це формує стійкий технологічний розрив між українським та американським ринками автоперевезень.

Однією з ключових проблем інформаційного забезпечення автоперевезень в Україні є висока частка ручної обробки перевізних документів, що призводить до помилок, затримок оплати, непорозумінь між суб'єктами перевізного процесу тощо. Тому рішення щодо автоматизованого розпізнавання, передачі перевізних документів та врахування досвіду використання штучного інтелекту та алгоритмів самонавчання в процесі диспетчеризації є необхідною умовою підвищення ефективності українських транспортних підприємств.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Аналіз публікацій щодо розробки інформаційних систем з використанням існуючих програмних сервісів для малого та середнього бізнесу автоперевізників в США та Україні показав, що цьому питанню приділяється незначна увага. Що стосується американських джерел, то в більшості з них приділяється увага великим TMS, використанню ШІ в системах планування маршрутів, диспетчеризації, контролю стану вантажів.

Проблемам та задачам впровадження цифрових технологій в перевізному бізнесі США присвячені роботи дослідників та практиків [1-3].

В роботі [1] досліджується, як штучний інтелект відкриває нові рівні ефективності, безпеки та прибутковості в транспортному секторі та яким чином він може бути застосований. Відзначаються можливості систем з використанням ШІ, а саме: вміння аналізувати величезні обсяги інформації про погоду, дорожній рух, поведінку водіїв та продуктивність транспортних засобів, оптимізувати та корегувати маршрути постачання, аналізувати дані датчиків транспортних засобів, запобігати аварійним ситуаціям. Але вказується, що повний потенціал ШІ може бути реалізований економічно ефективно лише у поєднанні із сучасним хмарним технологічним стеком та застосовуючи підхід «людина в циклі». В статті також надані приклади практичного застосування ШІ в транспортній сфері: системи автономного водіння на базі ШІ, системи коучингу водіїв, в диспетчеризації розподілу вантажів між водіями, в системі комунікації з клієнтами, в автоматизації діяльності бек-офісу. Але характер статті є декларативним без зазначення конкретних методик та алгоритмів створення систем з використанням ШІ.

Стаття [2] присвячена питанню створення та впровадження нових TMS, які б задовольняли потреби малого та середнього транспортного бізнесу США та надали б можливість зрівняти умови на ринку перевезень з їхніми більшими конкурентами. Відзначається, що використання таких цифрових платформ з ШІ

допоможе перевізникам малого та середнього бізнесу швидко та ефективно зіставляти вантажі з доступними потужностями.

В дослідженні [3] визначені стратегічні підходи, які дозволяють підприємствам з обмеженими IT-бюджетами та дефіцитом кваліфікованого персоналу успішно впроваджувати цифрові диспетчерські платформи та фіксувати економічні вигоди. Автор пропонує систематичну, поетапну методологію впровадження: від пілотного запуску базової телематики до повної інтеграції із зовнішніми системами обліку та модулями оплати. Запропоновано єдину дорожню карту, що включає вибір модельних тарифів, механізми залучення лідерів серед водіїв та диспетчерів, а також рекомендований набір із п'яти ключових показників ефективності. Автор зосереджується саме на вигідності застосування цифрових технологій та існуючих на ринку США програмних продуктів в діяльності саме невеликих транспортних компаній, дає обґрунтування витрат і вигоди з детальним аналізом. Це одна з небагатьох робіт, що націлена саме на економічне обґрунтування доцільності застосування цифрових технологій в діяльності компаній перевізників малого та середнього бізнесу США та зосереджена на методиці впровадження цих технологій, але в ній не висвітлюються методи та алгоритми розробки інформаційних систем для таких підприємств.

Аналізу міжнародного досвіду цифровізації процесів у транспортній галузі присвячені роботи науковців та практиків Гузенко С., Гаврикова Д.

В оглядовій статті [4] автор дає аналіз загальному стану диджиталізації перевезень, спираючись на дослідження американської компанії на ринку IoT і логістичного диджиталу Samsara. Виділяються задачі управління температурою під час рефрижераторних перевезень, контролю роботи водіїв, прокладання маршрутів і планування витрат на перевезення. Автор, із знанням реалій бізнесу перевізників США та інформаційного забезпечення їх діяльності, надає аналіз існуючих програмних продуктів, що забезпечують перевізний процес, та аналізує можливі шляхи диджиталізації процесів для транспортних компаній. Він визначає два шляхи: кастомна розробка (під індивідуальні потреби та бізнес-задачі конкретного замовника) або використання готового програмного забезпечення, і обґрунтовує чому саме компанії середнього та малого бізнесу обирають кастомну розробку. В цій же статті автор дає порівняльний аналіз впровадженню інформаційних технологій в транспортній галузі в Західній Європі, Північній Америці та Україні, і визначає що галузь IT почала формуватися в нашій країні на десятиліття пізніше, а отже, спирається на сучасніші технології.

В роботі [5] автор надає аналіз міжнародного досвіду впровадження цифрових технологій в транспортній галузі Німеччини, Франції, Швеції, США, Сінгапуру та Нідерландах, порівнюючи окремі цифрові технології та рішення. Розглядає використання в

цифровізації бізнес-процесів на транспорті ШІ, IoT, цифрових двійників та інш.

Вирішення задачі розпізнавання текстів документів присвячені роботи науковців R. Smith [6, 7], Daria Antonova, Dar-Shyang Lee [7], а зокрема, за допомогою штучного інтелекту присвячені роботи Коростіна О.О., Ткаченко К., Зуєнко О. [8,9].

В дослідженні [8] здійснено аналіз сучасних технологій оптичного розпізнавання текстів (OCR), визначені принципи роботи OCR-систем, оцінено їхні переваги та обмеження, а також надані рекомендації щодо підвищення ефективності їх використання. В дослідженні приводиться аналіз переваг та недоліків використання штучного інтелекту (ШІ) для процесу розпізнавання тексту, а також представлено алгоритм обробки текстових документів за допомогою ШІ. Дослідження націлено на використання цієї технології в сфері морських перевезень. Автор наводить приклади використання OCR-технологій в практичній діяльності в таких логістичних компаніях як Amazon, Maersk, UPS, FedEx.

Розгляд і аналіз загальних проблем та перспектив щодо розробки систем розпізнавання друкованих текстів на основі використання нейронних мереж представлено в роботі [9]. Автори представили власний підхід до розпізнавання текстів на основі нейронних мереж, що навчаються. Цей підхід базується на принципі навчання нейромережі графічними комбінаціями символів, які однозначно характеризують головні показники в великих за обсягом вантажних документах.

Аналіз літературних та наукових джерел показав, що на відміну від США, українські академічні роботи менш сфокусовані на цифровізації саме автоперевезень як бізнесу. Більшість авторів оцінюють цифрові інструменти у страхуванні, маркетингу, логістичних ланцюгах та загальному транспортному секторі, мало уваги приділено специфічним IT-платформам для малих автоперевізників, надаються загальні рекомендації щодо цифрових рішень у перевізному процесі.

---

#### Мета статті

---

Аналіз та розробка методичних рекомендацій щодо застосування сучасних інформаційних технологій та штучного інтелекту для потреб середнього та малого бізнесу автомобільних рефрижераторних перевезень.

---

#### Матеріали та методи

---

Об'єкт дослідження – процес цифровізації діяльності перевізників малого та середнього бізнесу США та України.

Предмет дослідження – інформаційно-технологічні рішення, пов'язані з вирішенням задач організації та інформаційного забезпечення перевезень рефрижераторних вантажів, зокрема методики розпізнавання документів.

В роботі акумульований досвід багаторічної практичної співпраці з американською транспортною компанією. Накопичення і систематизація даних здійснювалася за допомогою технології реляційних баз даних. Для розробки методики розпізнавання документів застосовувалися методи штучного інтелекту, зокрема метод «глибокого навчання з підкріпленням», математичною основою якого є метод зворотного поширення помилки.

---

#### Виклад основного матеріалу

---

Ситуація на ринку автомобільних перевезень у США склалася таким чином, що 96% автопарків у США мають у своєму складі менше ніж 20 вантажівок [3]. Дослідження в США проблеми цифровізації діяльності малих та середніх автоперевізних компаній (з автопарком 50 і менше автомашин) показало, що більшість з них не вважають саме інформаційні технології однією зі своїх головних проблем, але визнають, що вони впливають на успішність діяльності [10]. Проникнення цифрових транспортно-вантажних рішень у малий сектор залишається обмеженим: лише 25% автопарків з кількістю до 49 транспортних засобів впровадили програмні рішення для планування/диспетчеризації, що демонструє значний розрив між ринковими можливостями та фактичною цифровою готовністю малого бізнесу [11]. Основні причини, за яких представники малого та середнього перевізного бізнесу не дуже активно впроваджують інформаційні технології (типу великих TMS-систем), це – вартість, труднощі впровадження, необхідність утримання додаткового персоналу (інформаційний сектор), інтеграція з іншими системами, технічне забезпечення та також невизначеність чіткої рентабельності інвестицій.

Як показало дослідження [10], найпопулярнішими платформами програмного забезпечення для вантажних перевезень малого та середнього бізнесу в США є ті, що використовуються для оптимізації та відстеження мережі перевезень. 63% опитаних малих перевізників інвестували в системи управління автопарком або диспетчеризації. На другій позиції, відразу за системами управління автопарком, за популярністю використання йде програмне забезпечення для керування електронними реєстраторами (ELD). Серед невеликих перевізників цим програмним забезпеченням користується 61% [10]. Отже, опитування в рамках цього дослідження дає можливість зробити висновок, що перевізники з невеликим автопарком вважають за краще контролювати вантажівки та водіїв, планувати перевезення, бронювати вантажі та оптимізувати маршрути, здійснювати контроль за дорожніми сплавами, вести бухгалтерський облік з використанням повністю цифрового або частково цифрового рішення.

В Україні, за даними Міністерства інфраструктури України, на 2025 рік працюють близько 56 000 перевізників у сфері комерційних вантажних та пасажирських перевезень [12]. Серед них великі компанії-

перевізники складають приблизно – 5%, середні (від 50 до 20 автомобілів) приблизно до 15%, всі інші підприємства-перевізники мають у своєму складі менше 20 автомобілів або є індивідуальними підприємствами (ФОП). Такий розподіл є доволі приблизний та заснований на аналізі непрямой інформації у відкритих джерелах, але навіть такий неточний аналіз дає можливість зробити висновок, що проблема впровадження цифрових технологій в діяльність середніх та малих компаній-перевізників є актуальною для України.

Що стосується цифрових популярних рішень, які сьогодні найчастіше використовують для управління доставкою в Україні, автори статті [13] наводять топ-5 систем, але в рамках проблематики дослідження слід звернути увагу на чотири з них. Це – ANT-Logistics, ABM Rinkai TMS, Toscan TMS, 4logist. Порівнюючи ці інформаційні системи, можна сказати, що всі вони спрямовані на вирішення логістичних і транспортних задач, використовують хмарну платформу, пропонують широкий набір інструментів. Зокрема, ANT-Logistics дає можливість використання мобільного застосунку для водіїв, планування маршрутів як для внутрішніх, так і міжнародних перевезень, і ряд інших інструментів, спрямованих на контроль в реальному часі [13]. Що стосується ABM Rinkai TMS, ця система надає широкий перелік можливостей для автоперевізників середнього і великого бізнесу, пропонуючи функції формування та контролю маршрутів з урахуванням особливостей у реальному часі. Також в системі надається можливість підписання електронних ТТН у мобільному додатку водія [13]. Toscan TMS пропонує схожий набір функцій (планування, контроль, мобільний застосунок), а також – GPS-відстеження транспортних засобів [13]. 4logist TMS-платформа поєднує декілька модулів, серед яких модуль управління транспортом. Але ця система має більш широке застосування для управління логістичним процесом.

На підставі аналізу відкритих джерел можна зробити висновок, що в Україні середні компанії автоперевізники частково впроваджують TMS, GPS-системи, частина з них автоматизує документообіг, серед малих компаній автоперевізників більшість частково використовують базові інструменти (GPS, мобільні додатки), рідше – повноцінні TMS/ERP. Тобто при великому відсотку малих компаній в структурі перевізного ринку відсоток застосування цифрових технологій непринятно малий. В основному такі перевізники часто не мають повноцінної TMS, а обмежується Excel, месенджерами, базовими GPS-додатками. Отже, застосування досвіду США в створенні відповідної інформаційної системи для компаній перевізників середнього та малого бізнесу для розробки аналогічних систем в Україні є актуальним і доцільним.

Результатом майже 10-ти річного досвіду роботи авторів з американською компанією автоперевізником рефрижераторних вантажів стало вирішення декількох актуальних задач для створення інформаційної

системи підприємства, рішення яких здійснювалося поетапно.

На першому етапі була вирішена задача інтеграції відокремлених програмних сервісів в єдину інформаційну систему, яка б забезпечувала технологічний процес компанії.

В процесі своєї діяльності компанія використовувала декілька відокремлених цифрових сервісів. А саме: систему обліку та оплати паливно-мастильних матеріалів – FleetOne, обліку кредитних (дорожніх) чеків – ComData, обліку та оплати проїзду платними шляхами – Ipass&Ktag, обліку вантажних перевезень, документів та роботи з вантажними брокерами – ITS Dispatch, фінансового та бухгалтерського обліку – QuickBooks та Google сервісів для організації роботи офісу. Зростання парку транспортних засобів, обсягів перевезень, виникнення нових зобов'язань, що пов'язані з наданням послуг з диспетчеризації та обліку для сторонніх малих компаній перевізників, привели до необхідності створення іншого підходу до інформаційного забезпечення компанії. Процес створення нових інформаційних рішень для удосконалення технологічного процесу перевезень здійснювався поетапно з вирішенням відповідних задач на кожному етапі.

Задача інтеграції модульних інформаційних сервісів в технологічний процес компанії-перевізника була вирішена створенням корпоративної бази даних та відповідного застосунку, методика та алгоритм створення якої представлена авторами в попередніх публікаціях [14, 15].

Проектування корпоративної бази даних вимагало визначення ключових компонентів, які б дозволили забезпечити програмну реалізацію зв'язків між відповідними таблицями.

В якості таких ключових компонентів були визначені наступні поля відповідних SQL-таблиць корпоративної бази даних:

- номер вантажу – використовується для реалізації зв'язку таблиці LOAD-ITS (дані про вантаж) з таблицею COMDATA (дані про дорожні кредити) та таблицею INVOICES-QBO (фінансові транзакції з замовниками-брокерами);

- номер траку - використовується для реалізації зв'язку таблиць LOAD-ITS, INVOICES-QBO, COMDATA з таблицею FUEL-FLEETONE (інформація про витрати палива), таблицями IPASS та KTAG (платні шляхи), TEMP-SAMSARA (температура вантажу).

Наявність корпоративної бази даних забезпечує реалізацію наступних інформаційних транзакцій діяльності компанії:

- реалізація транзакцій, пов'язаних з оформленням вантажних документів;
- реалізація сервісних транзакцій, пов'язаних з контролем температури вантажів;
- реалізація фінансових транзакцій, пов'язаних з перевезенням температурних вантажів.

Кожна транзакція виконує певну послідовність інформаційно-технологічних операцій, які разом утворюють закінчену функціональність з точки зору перевезення температурних вантажів.

Послідовне виконання зазначених транзакцій реалізоване авторами в методиці удосконалення інформаційної логістики підприємства-автоперевізника температурних вантажів [14].

В рамках реалізації наведеної методики особливої уваги потребують технологічні рішення, пов'язані з вирішенням специфічних задач, що виникають в результаті взаємодії суб'єктів ринку вантажних перевезень температурних вантажів, які здебільшого представлені вантажними брокерами, перевізниками, відправниками та одержувачами вантажів.

Невід'ємною складовою удосконалення технологічного процесу компанії було вирішення проблеми оперативного контролю температури вантажів за допомогою технології RFID та відповідного програмного забезпечення з можливістю «самонавчання» в процесі перевезень. Вирішення цієї проблеми було завданням другого етапу створення інформаційної системи компанії. Важливість задачі автоматизованого контролю температури та її математичне моделювання при перевезенні рефрижераторних вантажів було висвітлено в

роботі авторів [16]. Практичний результат цієї методики полягає в інтелектуалізації процесу контролю температурного режиму перевезення вантажів, можливості удосконалення системи за рахунок «самонавчання» та врахування умов перевезень різного роду вантажів.

Наступною проблемою в діяльності компанії була затримка передачі супроводжуючих документів через неякісні копії документів, що унеможливило автоматизовану обробку цих документів та приводило до непорозуміння з суб'єктами перевізного процесу. Вирішення цієї проблеми стало завданням третього етапу. Рішення цієї задачі полягало у використанні сучасних моделей ШІ – в першу чергу у використанні розпізнавання певних комбінацій символів, притаманних різновидам вантажних документів як основи «навчання» створеного для цього ШІ-агента та інтеграції його в систему управління технологічним процесом перевезення. Результатом реалізації наведеної задачі є створення технологічного рішення повністю автоматизованого електронного документообігу вантажних документів між вантажними брокерами та перевізниками.

Основою рішення задачі розпізнавання неякісних копій вантажних документів є математична модель нейронної мережі, яка підлягає подальшому «навчанню» (рис. 1) [17].

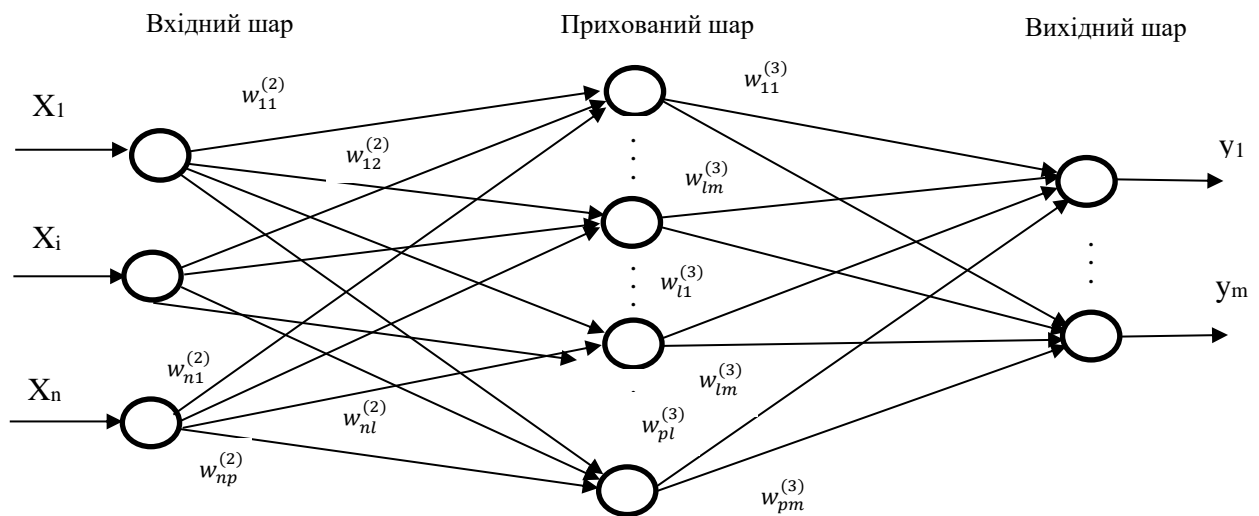


Рис. 1 – Нейронна мережа типу персептрон

Розглянемо математичний та алгоритмічний сенс «машинного навчання» моделі розпізнавання текстів вантажних паперових документів низької якості сканування.

Модель персептрона згідно з представленою структурою може мати безліч внутрішніх прихованих шарів. Тому оптимізацію параметрів, яка складає основу «машинного навчання» мережі, виконують за допомогою методу зворотного поширення помилки [17].

Основу методу складає розрахунок часткових похідних наступного критерію оптимальності [17]:

$$\hat{y}_j = \psi_j^{(3)} \left( b_j^{(3)} + \sum_{l=1}^p [w_{lj}^{(3)} \cdot \psi_l^{(2)} (b_l^{(2)} + \sum_{i=1}^n [w_{il}^{(2)} \cdot \psi_i^{(1)} (x_i)]] \right), \quad \text{для } j = (\overline{1, m}) \quad (1)$$

де  $\psi_i^{(1)}(\cdot)$  – функція активації  $i$ -го ( $i = \overline{1, n}$ ) нейрона першого (вхідного) шару нейронної мережі; [17]

$\psi_l^{(2)}(\cdot)$  та  $b_l^{(2)}$  – функція активації та параметр зміщення суматора  $l$ -го ( $l = \overline{1, p}$ ) нейрона другого (прихованого) шару нейронної мережі;

$\psi_j^{(3)}(\cdot)$  та  $b_j^{(3)}$  – функція активації та параметр зміщення суматора  $j$ -го ( $j=\overline{1, m}$ ) нейрона третього (вихідного) шару нейронної мережі;

$w_{il}^{(2)}$  – вага міжнейронного зв'язку між  $i$ -тим нейроном першого шару і  $l$ -тим нейроном другого шару нейронної мережі;

$w_{lj}^{(3)}$  – вага міжнейронного зв'язку між  $l$ -тим нейроном другого шару і  $j$ -тим нейроном третього шару нейронної мережі [17].

Алгоритм працює ітеративно – сутність його полягає у налаштуванні параметрів нейромоделі шляхом мінімізації похибки моделювання (2). Значення похибки та часткових похідних використовується ітеративно для налаштування-«навчання» нейронної мережі. Динаміка «навчання» нейронної мережі полягає у зменшенні наступних часткових похідних критерію оптимальності (2):

$$\varepsilon_t = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m (y_j^t - \hat{y}_j^t)^2, \quad (2)$$

де  $y_j^t$  та  $\hat{y}_j^t$  – реальне та розраховане моделлю згідно з функцією (1) значення  $j$ -тої результуючої змінної ( $j=\overline{1, m}$ ) на  $t$ -ому кроці навчання.

Корекція параметрів нейронної мережі здійснюється у напрямку зменшення часткових похідних (3,4,5) критерію (1).

Часткові похідні функції похибки моделювання: [17]:

$$w(t+1) = w(t) - \eta \frac{\partial \varepsilon_t(w,b,k)}{\partial w}, \quad (3)$$

$$b(t+1) = b(t) - \eta \frac{\partial \varepsilon_t(w,b,k)}{\partial b}, \quad (4)$$

$$k(t+1) = k(t) - \eta \frac{\partial \varepsilon_t(w,b,k)}{\partial k}, \quad (5)$$

де  $\varepsilon_t(w, b, k)$  – функція похибки моделювання,  
 $w$  – вектор ваг міжнейронних зв'язків мережі,  
 $b$  – вектор параметрів зміщення суматорів нейронів

$k$  – вектор параметрів функції активації нейронів;  
 $\eta$  – величина кроку зближення [17].

Послідовність ітерацій методу зворотного поширення похибки має наступний вигляд:

- ініціалізація параметрів нейронної мережі – параметрам присвоюються випадкові малі величини;
- формування навчальної вибірки на основі відповідної бази даних, що містить еталонні значення вхідних та вихідних векторів даних;
  - вихідний розрахунок нейронної мережі;
  - зміна параметрів моделі – здійснюється у напрямку зменшення відповідних часткових похідних;
  - завершення алгоритму у разі досягнення відповідного значення критерію (1), інакше відбувається перехід на третю ітерацію.

Наведена математична формалізація моделі «навчання» передбачає практичну реалізацію за допомогою існуючих моделей штучного інтелекту. Більшість існуючих моделей штучного інтелекту мають лінгвістичну природу застосування. Тому практична реалізація процесу «навчання» передбачала:

- формалізацію лінгвістичного алфавіту мови «навчання» існуючої моделі;
- формалізацію перетворення елементів алфавіту в мовні висловлювання;
- формалізацію граматичних правил застосування мовних висловлювань.

Перший етап формалізації лінгвістичного алфавіту мови «навчання» існуючої моделі передбачав вибір графічних елементів, які мають скласти той алфавіт, на основі якого буде застосовано можливості конкретної моделі штучного інтелекту.

Можливість створеного алфавіту відображає здатність програмного забезпечення відрізнити необхідні елементи ідентифікації в умовах відносної невизначеності, зумовленої низькою якістю сканованих паперових документів.

Другий етап передбачав створення алгоритмів перетворення результатів ідентифікації конкретних елементів алфавіту в безпосередні логічні «мовні» висловлювання – логічні речення, які відповідають поставленій меті перетворення неякісних копій в якісний стан документа.

Третій етап полягав у створенні граматичних правил, які мають зробити можливим генерацію висловлювань певної послідовності, яка створює саме той лінгвістичний механізм, який використовують найбільш поширені моделі ШІ на практиці.

Логічним є питання про необхідність та роль ШІ в вирішенні задач, якими раніше займалися стандартні OCR-програми. Відповідь проста – це велика кількість різновидів форм вантажних документів та неможливість їх будь-якої стандартизації через демонополізацію ринку вантажних перевезень у США та юридичну необхідність оформлення паперових перевізних документів, як мінімум на поточному етапі. Крім цього, важливо розуміти, що стандартні OCR-програми вирішують завдання більш детальної ідентифікації та базуються на заздалегідь визначених елементах алфавіту з неможливістю їх «навчання» на інших алфавітах та граматичних правилах.

Таким чином, можемо підсумувати, що на сьогодні вирішено комплекс задач для створення методики інтеграції модульних інформаційних сервісів в технологічний процес компанії-перевізника. При цьому представлена методика не є завершеною, в планах – розробка та впровадження нових задач. Зокрема, застосування агента ШІ в процесі диспетчеризації.

Процес створення системи інформаційного забезпечення діяльності компанії-перевізника рефрижераторних вантажів представлено на рисунку 2 (пунктиром позначено наступний етап розробки).

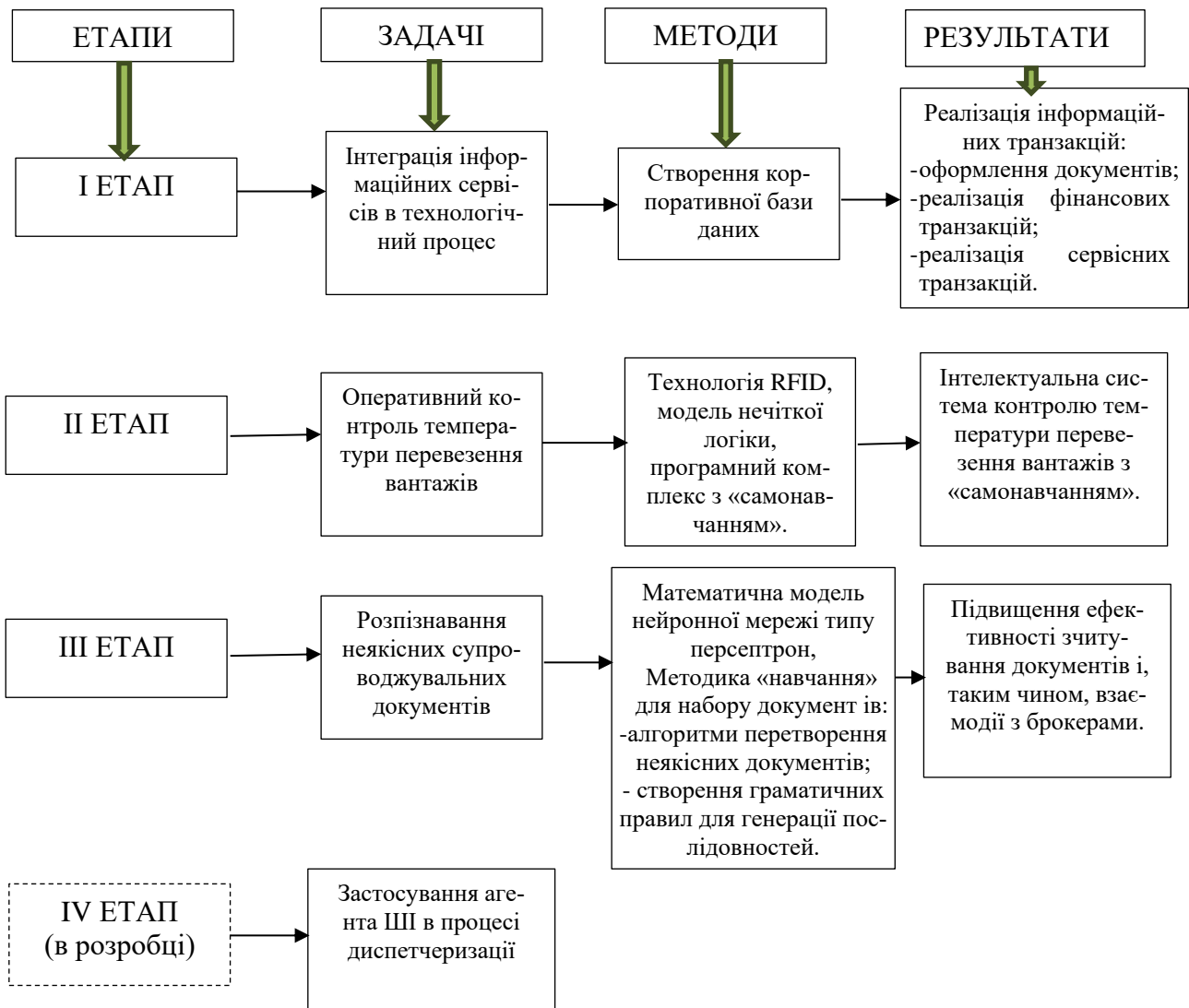


Рис. 2 – Структурна схема процесу створення системи інформаційного забезпечення діяльності компанії-перевізника рефрижераторних вантажів

**Висновки**

Порівняльний аналіз використання та впровадження цифрових технологій показав, що в Україні недостатньо уваги приділяється впровадженню цифрових рішень на рівні підприємств малого та середнього перевізного бізнесу. Перспективним напрямком вирішення цієї проблеми є застосування методики інтеграції модульних інформаційних сервісів в інформаційні системи таких підприємств. Також актуальним є вирішення задачі автоматизованого розпізнавання документів, використання сучасних засобів для аналітики та прийняття рішень. Таким чином, запропонована методика модульної цифрової архітектури інформаційного забезпечення діяльності малих та середніх компаній автоперевізників створює основу підвищення їх ефективності на підставі інтеграції різноманітних нових цифрових модулів. Особлива роль при цьому відводиться

агентам штучного інтелекту, як окремим цифровим модулям запропонованої методики. Що стосується апаратного забезпечення реалізації методики, то особлива роль має бути приділена технологічним можливостям сучасних моделей автотранспортних засобів з відповідними бортовими комп'ютерами, програмним забезпеченням та інфраструктурою датчиків.

**Перелік використаних джерел**

[1] Gearing up for the Next Transformation: AI in the Trucking Industry: Driving the Next Transformation in Fleet Operations. Beyond trucks. URL: <https://www.beyondtrucks.com/resources/white-papers/ai-for-the-trucking-industry> (дата звернення: 10.02.2026).  
[2] The Logistics Technology Gap for Small and Midsized Shippers. Transportation & Logistics

- Software. URL: <https://transportmsandlogistics.com/2022/08/23/the-logistics-technology-gap-for-small-and-midsized-shippers/> (дата звернення: 10.02.2026).
- [3] Shalamov R. Strategies for the Implementation of Digital Dispatch Platforms in Small Trucking Companies. *The American Journal of Management and Economics Innovation*. 2025. Vol. 7(07). Pp. 25-32. DOI: <https://doi.org/10.37547/tajmei/Volume07Issue07-03>.
- [4] Гузенко С. Диджиталізація перевезень: головні виклики при оцифруванні логістики. URL: <https://mind.ua/openmind/20257544-didzhitalizaciya-perevezhen-golovni-vikliki-pri-ocifruvani-logistiki> (дата звернення: 12.02.2026).
- [5] Гавриков Д. Міжнародний досвід цифровізації бізнес-процесів на підприємствах транспорту. *Modeling the development of the economic systems*. 2025. Vol. 4. Pp. 92-98. DOI: <https://doi.org/10.31891/mdes/2025-18-9>.
- [6] Smith R. An Overview of the Tesseract OCR Engine. Ninth International Conference on Document Analysis and Recognition, Curitiba, Brazil, 23-26 September 2007. Pp. 629-633. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICDAR.2007.4376991>.
- [7] Smith R., Antonova D., Lee D.-S. Adapting the tesseract open source OCR engine for multilingual OCR. *Proceedings of the International Workshop on Multilingual OCR*, Barcelona, Spain, 25 July 2009. Pp. 1-8. DOI: <https://doi.org/10.1145/1577802.1577804>.
- [8] Коростін О. О. Ефективність розпізнавання тексту в автоматизації міжнародних морських перевезень за допомогою штучного інтелекту. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2024. Вип. 3. С. 29-38. DOI: <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.3.4>.
- [9] Ткаченко К., Зуєнко О. Використання багатопарової LSTM-нейромережі у процесі розпізнавання друкованих текстів. *Цифрова платформа: інформаційні технології в соціокультурній сфері*. 2022. Вип. 5(1). С. 199-215. DOI: <https://doi.org/10.31866/2617-796X.5.1.2022.261305>.
- [10] Technology Guide for Truckers: How Small Fleets Are Using Digital Tools. RXO. URL: <https://rxo.com/resources/carrier/5-carrier-steps/> (дата звернення 14.01.2026).
- [11] Fleet Technology Trends Report. 2023. URL: [https://www.fleetmanagementweekly.com/wp-content/uploads/2023/11/VZC-2077702-2024-Fleet-Technology-Trends-R1\\_09292023.pdf](https://www.fleetmanagementweekly.com/wp-content/uploads/2023/11/VZC-2077702-2024-Fleet-Technology-Trends-R1_09292023.pdf) (дата звернення: 14.01.2026).
- [12] Статистичні дані по галузі автомобільного транспорту. Ministry for Development of Communities and Territories of Ukraine. URL: [https://mtu.gov.ua/en/content/statistichni-dani-pogaluzi-avtomobilnogo-transportu.html?utm\\_source](https://mtu.gov.ua/en/content/statistichni-dani-pogaluzi-avtomobilnogo-transportu.html?utm_source) (дата звернення: 22.01.2026).
- [13] Порівняння рішень для управління доставкою «останньої милі». URL: [https://trademaster.ua/articles/313959?utm\\_source](https://trademaster.ua/articles/313959?utm_source) (дата звернення: 22.01.2026).
- [14] Кічкін О. В., Водолазський О. О., Кічкіна О. І. Методика удосконалення інформаційного забезпечення діяльності автоперевізника на ринку Північної Америки. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2017. № 4(234). С. 111-115.
- [15] Кічкін О. В., Кічкіна О. І., Vodolazskyy M. Інформаційне забезпечення бізнесу автомобільних вантажних перевезень. *Транспорт: наука та практика: збірник наукових праць IV-ї міжнародної науково-практичної конференції, Київ-Одеса, 22 травня 2025 р.* С. 266-269.
- [16] Кічкін О. В., Кічкіна О. І. Нечітке моделювання – основа інтелектуального управління температурою в рефрижераторних автотранспортних засобах. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2019. № 3(251). С. 89-94.
- [17] Шарапов О. Д., Матвійчук А. В. Поширення помилки в задачах оптимізації параметрів нейронних мереж. *Моделювання та інформаційні системи в економіці*. 2009. Вип. 79. С. 30-45.

## DIGITAL TRANSFORMATION OF INFORMATION SUPPORT OF SMALL AND MEDIUM BUSINESS CARRIERS IN THE USA AND UKRAINE USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES

**Kichkina O.I.**

PhD (Engineering), associate professor, Odessa National Maritime University, Odessa, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1077-5964>, e-mail: [ki4kinaoi@ukr.net](mailto:ki4kinaoi@ukr.net);

**Kichkin O.V.**

senior lecturer, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Kyiv, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5283-5403>, e-mail: [kichkin@ukr.net](mailto:kichkin@ukr.net)

*The article is devoted to the digitalization of small and medium-sized businesses in the field of road freight transportation with a comparative analysis of the experience of the USA and Ukraine. The purpose of the article was to analyze and develop methodological recommendations for the application of modern information technologies and artificial*

intelligence for the needs of medium and small businesses in road transportation, in particular refrigerated ones. The study draws parallels between the experience of the USA and Ukraine. A comparative analysis of existing digital platforms and transport management systems in the USA and Ukraine is presented. The advantages of modular digital architecture, which allows small companies to effectively integrate specialized services without significant costs, are substantiated. A step-by-step process for creating information support for the activities of a company that carries out refrigerated cargo transportation in the USA is presented. The tasks and methods for solving them at each stage are determined, indicating the results obtained. Special attention is paid to the implementation of artificial intelligence, in particular machine learning methods and neural networks, to solve the problem of low quality of scanned documents through intelligent text recognition, which minimizes manual labor. It is promising to use the capabilities of modern models of vehicles equipped with on-board computers, software and telematics tools, which allows providing transportation technology with operational information in real time. As a result, methodological recommendations have been developed for the development and implementation of information systems of modular digital architecture for small and medium-sized transportation businesses, based on the experience of the carrier company in the USA. Using the main trends of this approach to create information support for the activities of Ukrainian carriers can be the basis for overcoming the technological gap and increasing their competitiveness.

**Keywords:** information technology; business digitalization; refrigerated trucking; small and medium-sized businesses; artificial intelligence; machine learning; neural networks; modular digital architecture.

### References

- [1] Gearing up for the Next Transformation: AI in the Trucking Industry: Driving the Next Transformation in Fleet Operations. Beyond trucks. [Online]. Available: <https://www.beyondtrucks.com/resources/white-papers/ai-for-the-trucking-industry>. Accessed on: 10.02.2026.
- [2] The Logistics Technology Gap for Small and Midsized Shippers. Transportation & Logistics Software. [Online]. Available: <https://transportmsand-logisticstms.com/2022/08/23/the-logistics-technology-gap-for-small-and-midsized-shippers/>. Accessed on: 10.02.2026.
- [3] R. Shalamov, "Strategies for the Implementation of Digital Dispatch Platforms in Small Trucking Companies," *The American Journal of Management and Economics Innovations*, vol. 7(07), pp. 25-32, 2025. doi: 10.37547/tajmei/Volume07Issue07-03.
- [4] S. Huzenko, Dydzhitalizatsiia perevezen: holovni vyklyky pry otsyfruvanni lohistyky (Digitalization of transportation: the main challenges in digitizing logistics). [Online]. Available: <https://mind.ua/openmind/20257544-didzhitalizaciya-perevezen-golovni-vikliki-pri-ocifruvanni-logistiki>. Accessed on: 12.02.2026. (Ukr.)
- [5] D. Gavrykov, "Mizhnarodnyi dosvid tsyfrovizatsii biznes-protseviv na pidpriemstvakh transportu" ["International experience of digitalizing business processes in transport enterprises"], *Modeling the development of the economic systems*, vol. 4, pp. 92-98, 2025. doi: 10.31891/mdes/2025-18-9. (Ukr.)
- [6] R. Smith, "An Overview of the Tesseract OCR Engine," in *Proc. of the 9th Int. Conf. on Document Analysis and Recognition*, Curitiba, Brazil, Sept. 23-26, 2007, pp. 629-633. doi: 10.1109/ICDAR.2007.4376991.
- [7] R. Smith, D. Antonova, and D.-S. Lee, "Adapting the tesseract open source OCR engine for multilingual OCR," in *Proc. of the Int. Workshop on Multilingual*
- OCR, Barcelona, Spain, July 25, 2009, pp. 1-8. doi: 10.1145/1577802.1577804.
- [8] O. O. Korostin, "Efektyvnist rozpoznavannia tekstu v avtomatyzatsii mizhnarodnykh morskyykh perevezen za dopomohoiu shtuchnoho intelektu" ["Efficiency of text recognition in the automation of international maritime transport with the help of artificial intelligence"], *Tavriskiyi naukovyi visnyk. Seriya: Tekhnichni nauky – Taurida Scientific Herald. Series: Technical Sciences*, vol. 3, pp. 29-38, 2024. doi: 10.32782/tnv-tech.2024.3.4. (Ukr.)
- [9] K. Tkachenko, O. Zuienko, "Vykorystannia bahatosharovoi LSTM-neiromerezhi u protsesi rozpoznavannia drukovanykh tekstiv" ["Use of Multilayer LSTM Neural Network in the Process of Printed Texts Recognition"], *Tsyfrova platforma: informatsiini tekhnologii v sotsiokulturnii sferi – Digital Platform: Information Technologies in Sociocultural Sphere*, vol. 5(1), pp. 199-215, 2022. doi: 10.31866/2617-796X.5.1.2022.261305. (Ukr.)
- [10] Technology Guide for Truckers: How Small Fleets Are Using Digital Tools. RXO. [Online]. Available: <https://rxo.com/resources/carrier/5-carrier-steps/>. Accessed on: 14.01.2026.
- [11] Fleet Technology Trends Report. 2023. [Online]. Available: [https://www.fleetmanagementweekly.com/wp-content/uploads/2023/11/VZC-2077702-2024-Fleet-Technology-Trends-R1\\_09292023.pdf](https://www.fleetmanagementweekly.com/wp-content/uploads/2023/11/VZC-2077702-2024-Fleet-Technology-Trends-R1_09292023.pdf). Accessed on: 14.01.2026.
- [12] Statystychni dani po haluzi avtomobilnoho transportu (Statistical data on the road transport industry). Ministry for Development of Communities and Territories of Ukraine. [Online]. Available: [https://mtu.gov.ua/en/content/statystychni-dani-po-galuzi-avtomobilnoho-transportu.html?utm\\_source](https://mtu.gov.ua/en/content/statystychni-dani-po-galuzi-avtomobilnoho-transportu.html?utm_source). Accessed on: 22.01.2026. (Ukr.)
- [13] Porivniannia rishen dlia upravlinnia dostavkoiu «ostannoii myli» (Comparison of last mile delivery management solutions). [Online]. Available:

[https://trademaster.ua/articles/313959?utm\\_source](https://trademaster.ua/articles/313959?utm_source).

Accessed on: 22.01.2026. (Ukr.)

- [14] O. V. Kichkin, O. O. Vodolazsky, and O. I. Kichkina, “Metodyka udoskonalennia informatsiinoho zabezpechennia diialnosti avtopereviznyka na rynku Pivnichnoi Ameryky” [“Methodology for improving information support for the activities of a motor carrier in the North American market”], *Visnyk Skhidnoukrainskoho natsionalnoho universytetu imeni Volodymyra Dalia – Scientific journals of Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*, № 4(234), pp. 111-115, 2017. (Ukr.)
- [15] O. V. Kichkin, O. I. Kichkina, and M. Vodolazsky, “Informatsiine zabezpechennia biznesu avtomobilnykh vantazhnykh perevezen” [“Information support for the road freight transportation business”], in *Proc. of the IV Int. Sci.-Pract. Conf. «Transport: science and practice»*, Kyiv-Odesa, May 22, 2025, pp. 266-269. (Ukr.)
- [16] O. V. Kichkin, and O. I. Kichkina, “Nechitke modeliuvannia – osnova intelektualnoho upravlinnia temperaturoiu v refryzheratornykh avtotransportnykh zasobakh” [“Fuzzy modeling is the basis for intelligent temperature control in refrigerated vehicles”], *Visnyk Skhidnoukrainskoho natsionalnoho universytetu imeni Volodymyra Dalia – Scientific journals of Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*, № 3(251), pp. 89-94, 2019. (Ukr.)
- [17] O. D. Sharapov, and A. V. Matviichuk, “Poshyrennia pomylky v zadachakh optymizatsii parametriv neironnykh merezh” [“Error propagation in neural network parameter optimization problems”], *Modeliuvannia ta informatsiini systemy v ekonomitsi – Modeling and information systems in economics*, vol. 79, pp. 30–45, 2009. (Ukr.)

Стаття надійшла 24.02.2026

Стаття прийнята 10.03.2026

Стаття опублікована 26.03.2026

**Цитуйте цю статтю як:** Кічка О.І., Кічкін О.В. Цифрова трансформація інформаційного забезпечення перевізників малого та середнього бізнесу США та України з використанням технологій штучного інтелекту. *Вісник Приазовського державного технічного університету. Серія: Технічні науки.* 2026. Вип. 53, том 2. С. 233–242. DOI: <https://doi.org/10.31498/2225-6733.53.2.2026.359963>.