

УДК 336.22:004:005

DOI: <https://doi.org/10.32782/2311-844X/2026-1-5>**Краєвський Володимир Миколайович**

доктор економічних наук, професор,
декан факультету податкової справи, обліку та аудиту,
Державний податковий університет
вулиця Університетська, 31, м. Ірпінь, Київська обл., 08200, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3513-3666>

Мещеряков Максим Олегович

кандидат юридичних наук, заступник директора,
ТОВ «ОЛД КАР ЕКСПО»
вулиця Малинська, 1, Київ, 03164, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6098-7239>

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ОПОДАТКУВАННЯ НА ОСНОВІ DATA-DRIVEN ПІДХОДУ: КОНЦЕПЦІЯ ТА АРХІТЕКТУРА ІНТЕГРОВАНОГО АНАЛІТИЧНОГО КОНТУРУ

***Анотація.** У статті досліджено теоретико-методологічні засади цифрової трансформації процесів оподаткування на основі data-driven підходу. Обґрунтовано зміну парадигми податкового адміністрування від ретроспективного контролю до проактивного аналітичного управління, що концептуально відповідає моделі «Tax Administration 3.0». Доведено, що така трансформація дозволяє перейти від традиційних вибіркового перевірок до безперервного моніторингу всієї сукупності платників податків у режимі реального часу. Визначено роль аналітичної інфраструктури Big Data як операційного ядра системи, що забезпечує інтеграцію облікових і аналітичних потоків. Важливим інструментальним елементом цієї інфраструктури є стандартизація цифрової звітності за допомогою технологій XBRL та електронного інвойсування. Проаналізовано застосування моделей машинного навчання для ризик-скорингу та автоматизованого відбору платників. Встановлено, що використання ансамблевих алгоритмів, зокрема Random Forest та XGBoost, дозволяє досягти точності прогнозування податкових порушень на рівні 92–93%. Водночас наголошено на критичній необхідності застосування методів пояснювального штучного інтелекту (Explainable AI, зокрема SHAP-аналізу) для забезпечення прозорості та правової легітимності згенерованих алгоритмічних рішень. Запропоновано авторську модель інтегрованого цифрового аналітичного контуру управління податковими зобов'язаннями, що базується на п'яти методологічних принципах: безперервності, повноти охоплення, адаптивності, пояснюваності рішень та інституційної вбудованості. Ця модель поєднує п'ять функціональних рівнів, створюючи єдине архітектурне середовище для облікових, аналітичних та управлінських підсистем. Доведено необхідність комплексної трансформації інституційного середовища для ефективного впровадження цифрових підходів. Практична реалізація запропонованої архітектури сприяє оптимізації розподілу ресурсів податкового адміністрування, суттєвому зниженню витрат на комплаєнс для бізнесу та мінімізації корупційних ризиків.*

***Ключові слова:** процеси оподаткування; податкове адміністрування; податковий ризик-скоринг; data-driven управління; цифрова трансформація; інтегрований аналітичний контур; великі дані (Big Data); машинне навчання; предиктивна аналітика.*



Kraevskiy Volodymyr
State Tax University
Meshcheriakov Maksim
LLC «OLD CAR EXPO»

DIGITAL TRANSFORMATION OF TAXATION PROCESSES BASED ON A DATA-DRIVEN APPROACH: CONCEPT AND ARCHITECTURE OF AN INTEGRATED ANALYTICAL CONTOUR

Abstract. *The purpose of the article is to substantiate the theoretical and methodological foundations of the digital transformation of taxation processes based on a data-driven approach and to develop a conceptual model of an integrated analytical contour for tax liability management. The research is based on a combination of general scientific and specialized methods, including system analysis, comparative analysis, classification, and methodological abstraction. These methods were used to identify the structural components of digital tax administration, analyze traditional and data-driven approaches, and synthesize a unified analytical framework. The study demonstrates that digital transformation fundamentally changes the logic of tax administration, shifting from retrospective control to proactive, analytics-driven management. It identifies Big Data infrastructure as the core operational component enabling continuous data processing and integration. The effectiveness of machine learning models, particularly ensemble methods such as Random Forest and XGBoost, is confirmed in tax risk prediction, achieving accuracy levels up to 92–93%. The integration of XAI approaches ensures interpretability and regulatory compliance of algorithmic decisions. The scientific novelty lies in the development of an integrated digital analytical contour model (IDAC-TL), which combines five functional levels and five methodological principles, including continuity, full coverage, adaptability, explainability, and institutional embeddedness. This model provides a comprehensive framework for integrating accounting, analytical, and management subsystems within a unified digital environment. The proposed approach enables optimization of tax administration processes, reduction of compliance costs, and improvement of decision-making quality. It also supports the transition to risk-oriented and automated control mechanisms, enhancing the efficiency of resource allocation and reducing corruption risks. The study concludes that the implementation of a data-driven approach in taxation requires not only technological advancements but also institutional and regulatory transformation. The proposed model can serve as a methodological basis for further research and practical implementation in different economic sectors, particularly in the context of digital transformation in Ukraine.*

Keywords: *taxation processes; tax administration; tax risk scoring; data-driven management; digital transformation; integrated analytical framework; Big Data analytics; machine learning; predictive analytics.*

Вступ. Сучасний етап еволюції систем публічного фінансового управління, а також корпоративних обліково-аналітичних підсистем, характеризується фундаментальною трансформацією їх методологічних засад. Йдеться про перехід від традиційних, переважно статичних і документально-орієнтованих моделей до динамічних, інтегрованих та даноцентричних (data-driven) систем управління. Цифровізація економіки, яка охоплює практично всі сфери соціально-економічних відносин, зумовлює якісно нові вимоги до інформаційного забезпечення процесів оподаткування, аудиту та управлінського обліку, зокрема в частині своєчасності, достовірності, повноти та аналітичної релевантності даних.

Податкова система як ключовий інституційний елемент публічних фінансів функціонує в умовах зростаючої складності фінансово-господарських процесів і одночасного посилення вимог до прозорості та ефективності адміністрування. З одного боку, цифрова економіка генерує експоненційне збільшення обсягів транзакцій, появу нових бізнес-моделей і транснаціональних фінансових потоків. З іншого - інституційне середовище вимагає забезпечення високого рівня податкової дисципліни, оперативної ідентифікації податкових зобов'язань та мінімізації ризиків ухилення. У таких умовах традиційні механізми адміністрування, що ґрунтуються на ретроспективному контролі та вибіркових перевірках, демонструють обмежену ефективність

у контексті охоплення повного масиву платників і транзакцій, а також характеризуються високою ресурсоемністю.

Крім того, зростання регуляторного навантаження та складності процедур дотримання податкових вимог створює додаткові бар'єри як для суб'єктів господарювання, особливо малого та середнього бізнесу, так і для самих контролюючих органів. Це проявляється у збільшенні витрат на комплаєнс, інформаційній асиметрії та обмеженій здатності оперативно реагувати на нові схеми мінімізації податкових зобов'язань. У результаті виникає структурна невідповідність між масштабом економічної активності та інструментальними можливостями податкового адміністрування.

У відповідь на зазначені виклики формується нова управлінська парадигма, що ґрунтується на принципах data-driven управління процесами оподаткування. Її сутність полягає у переході до використання інтегрованих цифрових платформ, здатних забезпечувати безперервний збір, обробку та аналіз великих масивів даних із застосуванням сучасних аналітичних інструментів. До ключових компонентів цієї парадигми належать: технології Big Data Analytics, алгоритмізовані моделі ризик-скорингу, інструменти машинного навчання для прогнозування поведінки платників, автоматизовані системи прийняття рішень, а також стандартизовані формати цифрової звітності (зокрема XBRL та e-invoicing).

Паралельно відбувається трансформація внутрішньої архітектури обліково-аналітичних систем підприємств. Облікові, аналітичні та управлінські підсистеми дедалі більше інтегруються в єдиний інформаційний контур, що функціонує в режимі реального часу та забезпечує автоматизовану ідентифікацію податкових ризиків, формування прогнозних оцінок і підтримку управлінських рішень. Така інтеграція створює передумови для переходу від реактивного контролю до проактивного управління податковими зобов'язаннями.

Попри значний розвиток практичних рішень у сфері цифрових податкових технологій (Tax Tech, RegTech), науково-теоретична

база цієї трансформації залишається недостатньо систематизованою. Зокрема, відсутнє цілісне методологічне обґрунтування інтегрованої цифрової моделі управління процесами оподаткування, яка б поєднувала аналітичну інфраструктуру, алгоритмічний рівень прийняття рішень та інституційні механізми регулювання в єдину концептуальну систему. Невирішеними залишаються також питання формалізації критеріїв оцінки ефективності таких систем та їх адаптації до різних рівнів економічних суб'єктів.

Зазначені обставини обумовлюють актуальність даного дослідження, спрямованого на розроблення теоретико-методологічних засад цифрової трансформації процесів оподаткування на основі data-driven підходу та формування концептуальної моделі інтегрованого аналітичного контуру управління податковими процесами.

Матеріали та методи. Сучасний науковий дискурс щодо цифрової трансформації процесів оподаткування формується на перетині кількох взаємопов'язаних дослідницьких напрямів, які охоплюють інституційні, технологічні та аналітичні аспекти функціонування податкових систем. Одним із ключових концептуальних підходів є модель «Tax Administration 3.0», запропонована OECD, яка визначає стратегічний вектор розвитку податкового адміністрування як інтегрованої цифрової екосистеми, заснованої на безшовній взаємодії з інформаційними системами платників і використанні даних у режимі реального часу [1]. У межах цієї концепції виокремлено ключові структурні елементи цифрової трансформації, зокрема управління даними, аналітичну спроможність та інтеграцію з «природними системами» суб'єктів господарювання.

Подальший розвиток зазначених підходів відображено у порівняльних дослідженнях OECD, які систематизують практики цифровізації податкових адміністрацій у різних країнах і демонструють зростання ролі електронних сервісів, автоматизованих процедур та аналітики великих даних у підвищенні ефективності адміністрування [2; 3]. Результати

цих досліджень свідчать про наявність позитивної залежності між рівнем цифровізації та показниками податкової дисципліни, водночас підкреслюючи значущість інституційних чинників та якості цифрової інфраструктури.

Емпіричний вимір ефективності цифрових рішень у сфері оподаткування розкрито у роботах Окуногбе О., Пулікен В., які на основі експериментальних даних доводять, що впровадження електронного декларування сприяє істотному скороченню витрат платників і водночас забезпечує зростання податкових надходжень [5]. Узагальнюючи ці результати, Окуногбе О., Санторо Ф. наголошують, що інформаційні технології виступають важливим інструментом мобілізації доходів, проте ефект їх застосування є неоднорідним і залежить від рівня розвитку економіки та інституційного середовища [6].

Технологічний вимір проблематики активно досліджується у працях, присвячених застосуванню штучного інтелекту, машинного навчання та блокчейн-рішень у податковому адмініструванні. Зокрема, Беляуауї Р., Аттак Е. на основі систематичного аналізу наукових публікацій обґрунтовують, що використання цифрових технологій сприяє підвищенню ефективності податкового контролю та рівня дотримання вимог, зокрема через автоматизацію процесів і вдосконалення механізмів виявлення порушень [7].

Аналітичний напрям розвитку представлений роботами, що зосереджуються на формалізації моделей оцінки податкових ризиків. Зокрема, Оуян Шаоцзюань, Фан Їн пропонують інтеграцію методу аналізу ієрархій із ентропійним підходом для побудови кількісних моделей оцінки ризику, що дозволяє підвищити об'єктивність і точність управлінських рішень [8]. У свою чергу, Ян Л. демонструє високу ефективність моделей машинного навчання, зокрема алгоритму Random Forest, у прогнозуванні податкових порушень, що свідчить про значний потенціал предиктивної аналітики [9].

Вагомий внесок у дослідження ролі великих даних у системі публічного управління здійснили Пенчева І., Естеве М., Михай-

лов С., які обґрунтовують трансформаційний вплив Big Data та штучного інтелекту на процеси прийняття управлінських рішень і формування державної політики [10]. Подібні висновки містяться у роботах Хоссін М. А. та співавторів, де великі дані розглядаються як основа формування проактивних моделей державного управління та підвищення ефективності аналітичних процесів [11]. Додатково, дослідження Носе М., Менгісту А. акцентують увагу на макрорівневому вимірі цифровізації, демонструючи залежність між впровадженням цифрових технологій у податковому адмініструванні та динамікою податкових надходжень [4].

Попри значний обсяг наукових напрацювань, проведений аналіз дозволяє виокремити низку суттєвих наукових прогалин. По-перше, більшість досліджень зосереджується або на технологічному, або на інституційному аспекті цифровізації, не забезпечуючи їх комплексної інтеграції в межах єдиної методологічної моделі. По-друге, наукові праці переважно аналізують окремі інструменти (електронне декларування, Big Data, машинне навчання), тоді як питання побудови цілісної архітектури інтегрованого аналітичного контуру, що об'єднує облікові, аналітичні та управлінські підсистеми, залишається недостатньо розкритим.

По-третє, у науковій літературі відсутнє системне методологічне обґрунтування алгоритмізації процесів прийняття рішень у сфері оподаткування та їх інтеграції з моделями ризик-скорингу. Крім того, обмежено досліджено питання оцінки ефективності data-driven підходів, зокрема у частині поєднання фінансових, операційних і поведінкових критеріїв. Недостатньо уваги також приділено проблемам інституційної легітимності алгоритмічних рішень і їх впливу на рівень довіри платників до податкових органів.

Таким чином, існуючі наукові підходи формують вагому теоретичну та емпіричну основу дослідження цифрової трансформації процесів оподаткування, однак не забезпечують комплексного вирішення проблеми інтеграції аналітичної інфраструктури, алгорит-

мічних моделей і інституційних механізмів у єдину систему управління. Саме ці невіршені аспекти визначають наукову нішу даного дослідження та обумовлюють необхідність розроблення інтегрованої data-driven моделі управління процесами оподаткування.

Метою статті є теоретико-методологічне обґрунтування цифрової трансформації процесів оподаткування на основі data-driven підходу та розроблення концептуальної моделі інтегрованого аналітичного контуру управління, що забезпечує поєднання інструментів великих даних, ризик-скорингу, предиктивної аналітики та алгоритмізації управлінських рішень у сфері оподаткування.

Методологічну основу дослідження становить комплекс взаємопов'язаних загальнонаукових і спеціальних методів, застосування яких забезпечило цілісне вивчення процесів цифрової трансформації оподаткування в умовах data-driven підходу.

Зокрема, системно-структурний аналіз використано для декомпозиції архітектури інтегрованого аналітичного контуру управління процесами оподаткування та виявлення взаємозв'язків між його функціональними рівнями. Застосування цього методу дозволило обґрунтувати логіку побудови багаторівневої аналітичної інфраструктури, що включає етапи збору, зберігання, обробки та використання даних у процесі прийняття управлінських рішень.

Компаративний метод було використано з метою зіставлення традиційних підходів до податкового адміністрування з сучасними data-driven моделями управління. Це дало змогу виявити принципові відмінності між ретроспективними формами контролю та проактивними аналітичними підходами, а також оцінити трансформаційний потенціал цифрових технологій у підвищенні ефективності податкових процесів.

Методи класифікації та типологізації застосовано для систематизації цифрових інструментів управління процесами оподаткування, зокрема технологій великих даних, моделей машинного навчання, систем ризик-скорингу та платформ підтримки прийняття рішень. Це

дозволило структурувати інструментальний апарат дослідження за рівнями аналітичної складності та функціонального призначення.

Методи наукового синтезу та методологічної абстракції використано для формування узагальненої концептуальної моделі інтегрованого аналітичного контуру управління процесами оподаткування. Їх застосування забезпечило можливість інтеграції окремих технологічних, аналітичних і інституційних компонентів у єдину методологічну конструкцію.

Емпіричну основу дослідження становлять аналітичні матеріали та статистичні дані міжнародних організацій, зокрема OECD, МВФ і Світового банку, що дозволило забезпечити обґрунтованість висновків і релевантність отриманих результатів у контексті глобальних тенденцій цифровізації податкового адміністрування.

Застосування зазначеного методичного інструментарію забезпечило комплексність дослідження, дозволило поєднати теоретичний і прикладний рівні аналізу та сформувані науково обґрунтовані підходи до побудови інтегрованої data-driven моделі управління процесами оподаткування.

Результати. Цифрова трансформація податкового адміністрування відображає перехід від адміністративно-ретроспективної до аналітично-проактивної моделі функціонування податкових систем. У традиційній парадигмі контроль ґрунтувався на перевірці декларацій *ex post*, що обумовлювало високі транзакційні витрати, обмежене охоплення платників і значну залежність від суб'єктивних рішень.

Концепція "Tax Administration 3.0" ОЕСР [1] формує нову логіку, у межах якої оподаткування інтегрується у цифрові середовища платників (ERP, бухгалтерські системи, банківські інтерфейси), забезпечуючи безперервний обмін даними. Її архітектура базується на взаємопов'язаних елементах – цифровій ідентифікації, управлінні даними, аналітиці та регуляторних механізмах. Практична реалізація цієї моделі підтверджується масштабними програмами цифровізації у країнах ОЕСР [9].

Ключовим елементом є data-driven management, що передбачає прийняття рішень на основі алгоритмічного аналізу даних. Дослідження Носе М., Менгісту А. [10] демонструють позитивний зв'язок між цифровізацією податкових процесів та зростанням доходів бюджету за умови належної інституційної підтримки.

Теоретичне підґрунтя цієї трансформації включає:

- теорію транзакційних витрат (зниження витрат адміністрування) [3];
- теорію інформаційної асиметрії (зменшення можливостей ухилення) [5; 6];
- теорію адаптивних систем (самонавчання та динамічна оптимізація) [1; 7].

Цифрове управління податковими процесами є системною парадигмою, що забезпечує перехід до проактивного контролю та аналітичної оптимізації.

Цифрові інструменти формують багаторівневу інфраструктуру – від базових систем збору даних до складних аналітичних і алгоритмічних платформ.

Аналіз класифікації свідчить про ієрархічну структуру: базові інструменти забезпечують стандартизацію даних, інтеграційні – їх безперервний обмін, а аналітичні – обробку та використання. Найвищий рівень представлений СППР і блокчейн-рішеннями.

Важливою тенденцією є конвергенція технологій: інтеграція ERP, Big Data та ML формує єдине аналітичне середовище. Водночас ефективність цих рішень залежить від якості інституційної та цифрової інфраструктури [10].

Структурна ієрархія цифрових інструментів визначає ефективність аналітичного контролю.

Big Data є операційним ядром data-driven управління, що характеризується параметрами 5V (обсяг, швидкість, різноманітність, достовірність, цінність). Її використання забезпечує перехід до безперервного моніторингу та прогнозування [11].

Аналітична інфраструктура включає чотири рівні:

- збір і інтеграція даних;
- зберігання;
- обробка;
- аналітика.

Проведений порівняльний аналіз свідчить про наявність фундаментальних відмінностей між досліджуваними підходами, які проявляються не лише на рівні технологічного забезпечення, але й у самій логіці формування управлінського впливу. Традиційна модель податкового адміністрування базується на реактивній парадигмі, за якої виявлення порушень відбувається постфактум – після завершення звітного періоду – із залученням

Таблиця 1

Класифікація цифрових інструментів управління податковими процесами

Інструмент / Технологія	Концептуальна основа	Аналітичні методи	Джерела даних	Сфера застосування	Управлінські імплікації
XBRL / електронне інвойсування	Стандарти цифрової звітності ОЕСР	Таксономічне тегування, машинна обробка даних	Фінансова звітність	Стандартизація звітності	Підвищення порівняльності та доступності даних
Big Data Analytics (BDA)	Data-driven підхід	Розподілена та потокова обробка, NLP	Структуровані й неструктуровані дані	Аналітика та виявлення аномалій	Проактивне виявлення ризиків
Машинне навчання (ML) / ШІ	Предиктивний контроль	Класифікація, кластеризація	Податкові та фінансові дані	Ризик-скоринг, аудит	Підвищення точності рішень
Блокчейн	Незмінність даних, смарт-контракти	Криптографічна верифікація	Транзакційні дані	Контроль операцій	Зниження шахрайства
СППР	Теорія прийняття рішень	OLAP, сценарний аналіз	Інтегровані дані	Підтримка управління	Підвищення обґрунтованості рішень

Джерело: складено авторами на основі [1; 2; 3; 4; 7; 8; 9; 10]

Таблиця 2

Порівняльна характеристика традиційного та data-driven підходів до управління податковими процесами

Характеристика	Традиційний підхід	Data-Driven підхід
Режим контролю	Ретроспективний; вибіркові перевірки	Проактивний; безперервний моніторинг
Охоплення платників	Обмежене (2–5%)	Повне (100%) через алго-ритмічний скоринг
Критерій відбору	Формальні ознаки; експертний досвід	Ризиковий індекс на основі ML
Час реакції	Постфактум (роки)	Реальний час або мінімальна затримка
Аналітичні методи	Статичний аналіз; ручна вибірка	Big Data, ML, предиктивна аналітика
Вартість адміністрування	Висока	Нижча за рахунок автоматизації
Витрати платника	Значні	Знижені (e-сервіси, автозаповнення)
Ризик корупції	Підвищений	Знижений (алгоритмізація, прозорість)
Якість рішень	Низька (ретроспективна)	Висока (предиктивна, сценарна)
Нормативна база	Регламенти, ретроспективні норми	TA 3.0, ISORA, цифрові платформи

Джерело: складено авторами на основі [1; 2; 4; 5; 6; 9; 11]

ресурсів контролю переважно до обмеженої вибірки платників. Такий підхід об'єктивно обмежує ефективність виявлення ризиків і не дозволяє забезпечити повноцінне охоплення податкового середовища.

Натомість data-driven модель трансформує логіку управління, переходячи до безперервного моніторингу всієї сукупності платників на основі аналізу їхніх індивідуальних профілів. У цьому контексті ресурси податкового контролю перерозподіляються відповідно до рівня ризику, що забезпечує концентрацію перевірочних заходів на найбільш проблемних сегментах і підвищує ефективність адміністрування.

Емпіричні дослідження підтверджують результативність такого підходу. Зокрема, Оуян Шаоцзюань та Фан Їн довели, що інтеграція методу аналізу ієрархій із ентропійним зважуванням дозволяє здійснювати кількісну оцінку податкових ризиків окремих підприємств і порівнювати їх із галузевими параметрами [6]. У свою чергу, Хоссін та ін. узагальнили, що використання технологій Big Data Analytics у системі державного управління сприяє підвищенню якості аналітичних рішень і забезпечує перехід до проактивної моделі регуляторного впливу [11].

Отже, Data-driven модель забезпечує повне охоплення платників і концентрацію ресурсів на високоризикових випадках, що суттєво підвищує ефективність контролю та формує

основу для аналітичної трансформації податкового управління.

Ризик-скоринг є ключовим інструментом трансформації даних у кількісні оцінки ризику. ML-моделі дозволяють виявляти складні залежності, недоступні для традиційних підходів.

Дослідження Ян Л. [7] підтверджує високу ефективність Random Forest (до 93%), що перевищує інші алгоритми.

Проведений аналіз моделей ризик-скорингу дозволяє виокремити три ключові управлінські виміри їх функціонування, які визначають ефективність застосування в системі податкового адміністрування. Першим із них є точність оцінювання, що досягається насамперед завдяки використанню ансамблевих алгоритмів, зокрема Random Forest та XGBoost, які забезпечують стабільність результатів шляхом зниження дисперсії прогнозу та підвищення узагальнювальної здатності моделей [7].

Другим важливим виміром виступає інтерпретованість алгоритмічних рішень. Використання підходів explainable artificial intelligence (XAI), зокрема SHAP-аналізу, дозволяє трансформувати результати моделювання у зрозумілу для користувача форму, де кожне рішення щодо рівня ризику декомпонується на набір факторів із визначенням їхнього кількісного внеску. Це суттєво підвищує прозорість і прийнятність автоматизованих рішень у регуляторному середовищі.

Таблиця 3

Характеристика моделей ризик-скорингу та предиктивної аналітики в управлінні податковими зобов'язаннями

Модель / Підхід	Концептуальна основа	Аналітичні методи	Джерела даних	Сфера застосування	Управлінські імплікації
Supervised Learning (Random Forest, XGBoost, SVM)	Теорія статистичного навчання	Класифікація, ансамблеві методи, крос-валідація	Аудиторські бази, фінансова звітність	Оцінка ймовірності порушень; відбір до аудиту	Точність до 93%; об'єктивний відбір; зниження хибно-позитивних
Unsupervised Learning (DBSCAN, Autoencoder)	Аналіз немаркованих даних	Виявлення аномалій та патернів	Транзакційні масиви	Детекція нових схем ухилення, «каруселі» ПДВ	Адаптивність до нових ризиків
АНР + ентропійне зважування	Теорія ієрархічного аналізу	Попарне порівняння; ентропійне зважування	Фінансова звітність, галузеві дані	Інтегральна оцінка ризику	Кількісна верифікація ризику; придатність при обмежених даних
Semi-supervised Learning	Комбінування маркованих і немаркованих даних	Pseudo-labeling, self-training	Змішані набори декларацій	Підвищення точності при дефіциті даних	Швидка адаптація до змін
XAI (Explainable AI) / SHAP	Прозорість алгоритмів [5]	SHAP, LIME, feature importance	Результати ML-моделей	Інтерпретація рішень	Підвищення легітимності
Предиктивна аналітика (часові ряди)	Теорія прогнозування	ARIMA, LSTM, Prophet	Динаміка податкових даних	Прогнозування поведінки	Превентивне управління

Джерело: складено авторами на основі [7–9]

Третім системоутворюючим параметром є масштабованість, яка забезпечує можливість застосування скорингових моделей до всієї генеральної сукупності платників без пропорційного зростання адміністративних витрат. Алгоритмічний підхід дозволяє перейти від вибіркового контролю до суцільного аналітичного охоплення, що істотно підвищує ефективність розподілу ресурсів податкового адміністрування [2; 4].

Водночас, як зазначають Оуян Шаоцзюань та Фан Їн, розширення застосування скорингових моделей із рівня окремого підприємства до галузевого рівня потребує додаткової методологічної уніфікації, зокрема стандартизації вхідних ознак та гармонізації підходів до їх агрегування. Це є необхідною передумовою забезпечення порівнюваності результатів і підвищення валідності аналітичних висновків [6].

Алгоритмізація податкового моніторингу забезпечує формалізацію управлінських рішень у вигляді автоматизованих процесів.

Типовий цикл:
– збір даних;

- оцінка ризику;
- класифікація;
- реагування;
- зворотний зв'язок.

Ефективність залежить від інституційної спроможності та якості цифрової інфраструктури [4; 10].

Алгоритмізація інтегрує аналітичний і управлінський рівні.

Інтеграція облікових та аналітичних потоків реалізується через:

- операційний облік;
- аналітичний рівень;
- податковий контур;
- регуляторний обмін.

Це забезпечує безперервність даних і автоматизацію розрахунків. Стандарти XBRL та e-invoicing є ключовими елементами цієї системи [2; 9].

Інтеграція забезпечує функціонування data-driven моделі.

Оцінка data-driven ефективності оцінюється за:

- фінансовими;
- операційними;

- якісними;
- технічними критеріями.

Цифровізація пов'язана зі зниженням податкового розриву та підвищенням ефективності адміністрування [2; 5].

Оцінка ефективності має комплексний характер.

Модель базується на сукупності п'яти взаємопов'язаних методологічних принципів, що визначають її функціональну цілісність та ефективність у системі управління податковими процесами.

Перший принцип – принцип безперервності потоків – передбачає відсутність часових і форматних розривів між операційними обліковими транзакціями та аналітичними рівнями, що забезпечує цілісність інформаційного середовища.

Другий принцип – принцип повноти охоплення – полягає у застосуванні алгоритмічного ризик-скорингу до всієї генеральної сукупності платників, що дозволяє перейти від вибіркового до суцільного аналітичного контролю.

Третій принцип – принцип адаптивності моделі – відображає здатність системи до самонавчання, за якої кожен завершений управлінський цикл генерує зворотний сигнал для оновлення та вдосконалення ML-моделей.

Четвертий принцип – принцип пояснюваності рішень – передбачає, що всі алгоритмічно сформовані управлінські рішення мають бути прозорими, задокументованими та інтерпретованими за допомогою ХАІ-підходів [5], що забезпечує їхню регуляторну прийнятність.

П'ятий принцип – принцип інституційної вбудованості – акцентує, що технологічна платформа сама по собі не гарантує ефективності, оскільки її результативність залежить від узгодженості з інституційним середовищем, нормативною базою та організаційними практиками [4; 6].

Запропонована модель являє собою оригінальний авторський синтез п'яти функціональних рівнів і п'яти методологічних принципів, що забезпечують комплексну вертикальну та горизонтальну інтеграцію облікових, аналітичних і управлінських підсистем. Її впровадження потребує не лише технологічних змін, а й трансформації інституційного середовища, регуляторних механізмів і компетентнісного потенціалу персоналу.

Висновки. Проведене дослідження дозволяє сформулювати узагальнюючі висновки, що відображають ключові результати роботи. Насамперед цифрова методологія управління процесами оподаткування, заснована

Таблиця 4

Архітектура інтегрованої цифрової системи управління податковими процесами

Підсистема / Рівень	Методологічний підхід	Концептуальна основа	Аналітичні інструменти	Регуляторна рамка	Управлінські наслідки
1. Збір і стандартизація даних	Системний, інтеграційний	ТА 3.0: інтеграція з бізнес-системами	ERP API, e-invoicing (XBRL, XML), e-декларації	МСФЗ, ПСБО, стандарти ОЕСР	Усунення розривів між обліком і оподаткуванням
2. Зберігання та управління даними	Даталогічний, платформний	Big Data (5V)	Data Lake/Warehouse, cloud-системи	GDPR, норми захисту даних	Масштабованість і цілісність даних
3. Аналітика та ризик-скоринг	ML, Data Mining	Supervised/unsupervised learning; теорія ризику	Random Forest, XGBoost, SVM, DBSCAN, XAI/SHAP	ISORA; ризик-орієнтований аудит	Об'єктивна пріоритизація та точний відбір
4. Алгоритмічне управління	Процесний, кіберфізичний	Автоматизація управлінського циклу; XAI	СППР, workflow-системи, OLAP, дашборди	Регламенти процедур, GDPR	Масштабованість і прозорість рішень
5. Регуляторний вихід і зворотний зв'язок	Інституційний, адаптивний	Теорія податкового комплаєнсу	e-аудит, e-повідомлення, блокчейн	IAS 12; принципи ОЕСР	Проактивне управління та перенавчання моделей

Джерело: складено авторами на основі [1–11]

на data-driven підході, формує якісно нову управлінську парадигму. Цей підхід дозволяє трансформувати традиційний реактивний документально-ретроспективний контроль у проактивну систему алгоритмічно-аналітичного управління. При цьому аналітична інфраструктура великих даних відіграє роль операційного ядра нової системи, оскільки саме вона забезпечує збір, стандартизацію та багаторівневу обробку масивів даних. Без формування такої даноцентричної основи ефективного застосування інструментів машинного навчання для ризик-скорингу є неможливим.

Використання ансамблевих алгоритмів машинного навчання гарантує високу точність прогнозування податкових ризиків, що робить їх дієвим інструментом для автоматизованого відбору платників. Водночас критичною умовою забезпечення правової легітимності та прозорості згенерованих алгоритмічних рішень є обов'язкове застосування методів пояснювального штучного інтелекту. Для забезпечення функціонування інтегрованого аналітичного контуру потрібна багаторівнева архітектура, яка послідовно об'єднує

операційний облік, аналітичний облік, податковий субконтур та регуляторний вихід.

Така інтеграція створює фундаментальні структурні передумови для реалізації запропонованої авторської моделі управління податковими зобов'язаннями. Ця модель інтегрованого цифрового аналітичного контуру базується на принципах безперервності, повноти охоплення, адаптивності, пояснюваності та інституційної вбудованості, комплексно вирішуючи проблему цифровізації податкового управління. Її успішне впровадження вимагатиме синхронної трансформації всього технологічного, регуляторного, кадрового та інституційного середовища.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з поглибленням методичного забезпечення щодо оцінки цифрової зрілості аналітичних систем підприємств, вирішенням правових аспектів впровадження автоматизованих рішень у сфері оподаткування, а також адаптацією розробленої моделі до специфіки роботи підприємств різних секторів економіки в умовах цифрової трансформації в Україні.

Список використаних джерел:

1. Belahouaoui R., Attak E. Digital taxation, artificial intelligence and Tax Administration 3.0: improving tax compliance behavior – a systematic literature review using textometry (2016–2023). *International Journal of Accounting Information Systems*. 2023.
2. Hossin M. A., Sulaiman M. N., Rahman M. N. A review on evaluation metrics for data classification evaluations. *International Journal of Data Mining & Knowledge Management Process*. 2015. Vol. 5, No. 2. P. 1–11.
3. Nose M., Mengistu A. Digitalization and tax revenue: evidence from developing countries. *IMF Working Paper*. 2023.
4. OECD. *Tax Administration 3.0: The Digital Transformation of Tax Administration*. Paris : OECD Publishing, 2020.
5. OECD. *Tax Administration: Comparative Information on OECD and other Advanced and Emerging Economies (ISORA)*. Paris : OECD Publishing, 2022.
6. Okunogbe O., Pouliquen V. Technology, taxation, and corruption: evidence from the introduction of electronic tax filing. *American Economic Journal: Economic Policy*. 2022. Vol. 14 (1). P. 341–372. DOI: <https://doi.org/10.1257/pol.20200237>
7. Okunogbe O., Santoro F. The promise and limitations of information technology for tax mobilization. *World Bank Research Observer*. 2023. Vol. 38 (1). P. 1–28. DOI: <https://doi.org/10.1093/wbro/lkac001>
8. Ouyang Shaojuan, Fang Ying. Research on enterprise tax risk assessment based on AHP and entropy weight method. *Journal of Physics: Conference Series*. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2388/1/012034>
9. Yang L. Application of machine learning in tax risk prediction: evidence from Random Forest model. *Journal of Financial Risk Management*. 2021.
10. Pencheva I., Esteve M., Mikhaylov S. Big data and AI – a transformational shift for government: so what next for research? *Public Policy and Administration*. 2020. Vol. 35 (1). P. 24–44. DOI: <https://doi.org/10.1177/0952076718807226>
11. OECD. *Standard Audit File for Tax (SAF-T) Guidance*. Paris : OECD Publishing, 2021.

References:

1. Belahouaoui, R., & Attak, E. (2023). Digital taxation, artificial intelligence and Tax Administration 3.0: Improving tax compliance behavior – a systematic literature review using textometry (2016–2023). *International Journal of Accounting Information Systems*.
2. Hossin, M. A., Sulaiman, M. N., & Rahman, M. N. (2015). A review on evaluation metrics for data classification evaluations. *International Journal of Data Mining & Knowledge Management Process*, vol. 5, no. 2, pp. 1–11.
3. Nose, M., & Mengistu, A. (2023). Digitalization and tax revenue: Evidence from developing countries. IMF Working Paper.
4. OECD. (2020). *Tax administration 3.0: The digital transformation of tax administration*.
5. OECD. (2022). *Tax administration: Comparative information on OECD and other advanced and emerging economies (ISORA)*.
6. Okunogbe, O., & Pouliquen, V. (2022). Technology, taxation, and corruption: Evidence from the introduction of electronic tax filing. *American Economic Journal: Economic Policy*, vol. 14, no. 1, pp. 341–372. DOI: <https://doi.org/10.1257/pol.20200237>
7. Okunogbe, O., & Santoro, F. (2023). The promise and limitations of information technology for tax mobilization. *World Bank Research Observer*, vol. 38, no. 1, pp. 1–28. DOI: <https://doi.org/10.1093/wbro/lkac001>
8. Ouyang, S., & Fang, Y. (2022). Research on enterprise tax risk assessment based on AHP and entropy weight method. *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 2388, no. 1. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2388/1/012034>
9. Yang, L. (2021). Application of machine learning in tax risk prediction: Evidence from Random Forest model. *Journal of Financial Risk Management*.
10. Pencheva, I., Esteve, M., & Mikhaylov, S. (2020). Big data and AI – A transformational shift for government: So what next for research? *Public Policy and Administration*, vol. 35, no. 1, pp. 24–44. DOI: <https://doi.org/10.1177/0952076718807226>
11. OECD. (2021). *Standard audit file for tax (SAF-T) guidance*.

Дата надходження статті: 20.03.2026

Дата прийняття статті: 10.04.2026

Дата публікації статті: 29.05.2026