

УДК 657:330

М. С. Пашкевич,
д. е. н., професор, завідувач кафедри міжнародних відносин і аудиту,
Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3012-1690>

DOI: 10.32702/2306-6814.2025.13.7

ПРОФЕСІЙНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В ОБЛІКУ Й АУДИТІ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ НА ОСНОВІ МЕТОДУ НЕЧІТКИХ МНОЖИН: KEY CASE CONTRACTS ДЕРЖАВНО-ПРИВАТНОГО ПАРТНЕРСТВА

М. Pashkevych,
Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the International Relations
and Audit Department, Dnipro University of Technology

PROFESSIONAL RESEARCH IN ACCOUNTING AND AUDITING UNDER UNCERTAINTY USING
THE FUZZY SET METHOD: A CASE OF PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP CONTRACTS

Зростання кількості контрактів державно-приватного партнерства (ДПП) та складність їх фінансово-облікової природи в умовах високої невизначеності зумовлюють потребу у нових підходах до обліку й аудиту. У статті обґрунтовано доцільність використання методу нечітких множин у професійних дослідженнях з обліку та аудиту, зосереджуючись на специфіці контрактів ДПП, які характеризуються високим рівнем невизначеності, регуляторної складності та ризиковості. Висунуто та доведено гіпотезу дослідження, яка полягає у тому, що застосування методу нечітких множин у професійних обліково-аудиторських дослідженнях на прикладі контрактів державно-приватного партнерства дозволяє підвищити об'єктивність облікових суджень, адаптувати аудиторські процедури до умов багатофакторної невизначеності та, відповідно, сприяє підвищенню достовірності фінансової звітності приватного партнера. Доведено, що традиційні методики обліку й аудиту не забезпечують належного рівня точності й адаптивності у ситуаціях, де превалюють експертні судження, часткова або неповна інформація та складні механізми розподілу зобов'язань. На основі аналізу літератури, практичних кейсів та нормативної бази виявлено особливості ведення обліку та проведення аудиту з точки зору приватного партнера у ДПП-контрактах, включаючи фінансові, облікові й ризикові аспекти. Обґрунтовано, що ключовими проблемами у сфері обліку є нечіткість умов контрактів, висока залежність від зовнішнього середовища, складність оцінки майбутніх грошових потоків та обмеженість застосування класичних аудиторських процедур. У відповідь на виявлені виклики запропоновано авторську модель професійного обліково-аудиторського дослідження, побудовану на основі методу нечітких множин. Розроблена модель охоплює логічну послідовність етапів: постановку мети, формування критеріїв оцінки, побудову функцій приналежності, формування бази нечітких правил, логічне виведення, дефазифікацію та інтерпретацію результатів. Обґрунтовано її ефективність як інструменту підтримки професійного судження, підвищення об'єктивності облікових оцінок та якості аудиторських висновків у складних умовах реалізації ДПП.

The growing number of public-private partnership (PPP) contracts and the complexity of their financial and accounting nature under conditions of high uncertainty necessitate the development of new approaches to accounting and auditing. This article substantiates the relevance of applying the fuzzy set method in professional accounting and auditing research, with a focus on the specificity of PPP contracts characterized by a high degree of uncertainty, regulatory complexity, and risk exposure. The research puts forward and proves a hypothesis that the use of fuzzy set theory in professional accounting and auditing investigations — using PPP contracts as a case study — enhances the objectivity of accounting judgments, allows for the adaptation of auditing procedures to multifactor uncertainty, and thereby contributes to improving the reliability of the private partner's financial reporting. It is demonstrated that traditional accounting and auditing methodologies fail to ensure the required level of precision and adaptability in situations dominated by expert judgments, incomplete or partial information, and complex responsibility allocation mechanisms. Based on an analysis of the literature, practical cases, and regulatory frameworks, the study identifies the key features of accounting and auditing from the private partner's perspective in PPP contracts, including financial, accounting, and risk-related aspects. The study confirms that the main challenges in this domain include contractual ambiguity, strong dependence on external factors, the complexity of future cash flow estimations, and the limitations of applying classical auditing procedures. In response to these challenges, an original model of professional accounting and auditing research based on fuzzy set methodology is proposed. The developed model includes a logical sequence of stages: goal setting, formation of evaluation criteria, construction of membership functions, formulation of fuzzy rule bases, inference processes, defuzzification, and interpretation of results. Its effectiveness is substantiated as a tool for supporting professional judgment, enhancing the objectivity of accounting estimates, and improving the quality of audit conclusions under complex PPP implementation conditions.

Ключові слова: облік, аудит, нечіткі множини, дослідження, державно-приватне партнерство, ризик, невизначеність, аналіз.

Key words: accounting, audit, fuzzy sets, research, public-private partnership, risk, uncertainty, analysis.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Сучасні умови господарювання характеризуються високим рівнем невизначеності, зумовленої як глобальними економічними викликами, так і специфічними характеристиками окремих форм співпраці між суб'єктами господарювання. Однією з таких форм є державно-приватне партнерство (ДПП) — інституційно складна, багаторівнева система взаємодії, що об'єднує публічні та приватні ресурси задля реалізації суспільно важливих проєктів. Специфіка контрактів ДПП полягає в довгостроковості, різноманітності джерел фінансових надходжень, різнопланових ризиках та відсутності уніфікованих підходів до обліку й аудиту таких проєктів.

У таких умовах традиційні методи обліку та аудиту виявляють обмежену ефективність, оскільки не враховують повною мірою чинники невизначеності, які властиві цим контрактам. Зокрема, проблеми виникають у сфері оцінки зобов'язань і активів, розподілу ризиків, визнання доходів, а також в аудиті обґрунтованості фінансових припущень і рівня їх суттєвості. Саме тут стає доцільним залучення методів нечіткої логіки, зокрема, методу нечітких множин, як інструменту, що дозволяє моделювати суб'єктивні судження, лінгвістичні оцінки та неоднозначні ситуації.

Таким чином, основна проблематика даного дослідження полягає у необхідності розробки обґрунтованих підходів до використання методу нечітких множин у професійних дослідженнях в обліку й аудиті контрактів ДПП, що дасть можливість розширити аналітичну спроможність фахівців і знизити ризики викривлення фінансової інформації.

Ця проблема тісно пов'язана з глобальним викликом адаптації професійної обліково-аудиторської практики до нових типів невизначеності, з якими стикаються як державні інституції, так і бізнес. Ігнорування цієї проблеми призводить до підвищеного ризику прийняття неякісних управлінських рішень, фінансових втрат, втрати довіри до системи звітності та аудиту, а також до уповільнення реалізації стратегічно важливих інфраструктурних проєктів ДПП.

Актуальність даного дослідження визначається потребою у розробці гнучких облікових і аудиторських інструментів, які враховують багатовимірну природу контрактів ДПП; у поглибленні наукового розуміння механізмів застосування нечітких моделей в облікових процесах; у забезпеченні прозорості та підзвітності у використанні публічних коштів.

Результати дослідження є актуальними для практикуючих аудиторів і бухгалтерів, які працюють із проектами ДПП; державних органів, відповідальних за контроль і моніторинг фінансування проектів ДПП; наукової спільноти, яка досліджує методологію обліку і аудиту в умовах невизначеності; інвесторів і фінансових інституцій, зацікавлених у мінімізації ризиків фінансування інфраструктурних проектів ДПП.

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

У науковому дискурсі зростає інтерес до застосування нечітких множин у сфері обліку та аудиту, що пов'язано з необхідністю адаптації облікових моделей до умов невизначеності, неповноти інформації та складності оцінювання альтернатив. Ключовим напрямом досліджень є використання інструментів нечіткої логіки для покращення точності, об'єктивності та релевантності облікових і аудиторських суджень.

Наприклад, вчені Cacak J., Vasicek D. [1, с. 88—101] запропонували модель визначення рівня бухгалтерського консерватизму за допомогою нечіткої логіки, що дозволило ідентифікувати упередження у фінансовій звітності, вчені Davis H.Z., Mesznik R., Lee J.Y. [2, с. 203—216] застосували нечіткі множини для розробки оптимальної класифікації управлінської облікової інформації.

У роботі Yang F.-W., Tian M., Li L. [3, с. 633—636], а також Li H., Chen Z., Chen S. [4, с. 185—191] розглянуто оцінювання корисності бухгалтерської інформації через методи нечіткої логіки, включаючи метод АНР (Analytic Hierarchy Process) — метод багатоетапного прийняття рішень на основі побудови аналітичної ієрархії. Водночас, Bayou M.E., Reinstein A. [5, с. 109—130] обґрунтували доцільність використання FАНР — розширений метод АНР, який враховує невизначеність і неточність експертних оцінок, для вибору механізмів формування облікових стандартів, що підтверджує універсальність нечітких підходів у формалізації облікових рішень.

Проблематика гармонізації облікових стандартів проаналізована в дослідженні Qu X., Zhang G. [6, с. 334—355], де використано нечіткий кластерний аналіз для оцінки збіжності національних стандартів з міжнародними стандартами фінансової звітності. Подібно, Dong C., Huang G., Cai Y., Yue W., Rong Q. [7, с. 13—29] запропонували інтервальний параметричний нечіткий лінійний програмний підхід до управління енергетично-екологічними системами, що демонструє міждисциплінарний потенціал нечіткої логіки в управлінському обліку.

Практичні аспекти впровадження нечітких методів у бухгалтерські інформаційні системи та програмне забезпечення розкриті у працях Vysochan O., Vysochan O., Yasinska A., Huk V. [8, с. 1348—1356], Gao X., Yu C. [9], Jiao F. [10, с. 580—583], а також Zhu Z.-H., Xue D.-W. [11, с. 75—78]. Автори акцентують увагу на підвищенні ефективності рішень в умовах багатокритеріальності та інформаційної невизначеності.

Значну увагу дослідники приділяють людському фактору та прийняттю рішень у сфері обліку. Наприклад, Kersulienė V., Turskis Z. [12, с. 232—252] застосували гібридну нечітку модель для відбору головного

бухгалтера, інтегруючи лінгвістичні змінні та групову експертну оцінку. Carlsson-Wall M., Kraus K. [13, с. 184—194] дослідили роль облікових практик на початковій стадії інноваційного процесу, вказуючи на функцію обліку як посередника між технічними й управлінськими завданнями.

Особливий інтерес становлять роботи, де нечітка логіка використовується в контексті сталого розвитку. Rodger J.A., George J.A. [14, с. 1931—1949] представили модель обліку "трьох вимірів" (економічного, соціального та екологічного), яка базується на статистичному нечіткому моделюванні для зменшення кіберризиків у ланцюгах постачання. Аналогічно, Chan H.K., Wang X., Raffoni A. [15, с. 344—360] інтегрували екологічний менеджмент і нечіткий метод АНР для підтримки екодизайну.

Cherubini U., Della Lunga G. [16, с. 293—312] адаптували концепцію нечіткого ризику для врахування ліквідності ринку при оцінці вартості ризику, демонструючи потенціал нечітких моделей у фінансовому обліку. Водночас, Zhu Z.-H., Xue D.-W. [11, с. 75—78] акцентували на використанні нечіткої моделі для оцінювання ефективності управління знаннями в бухгалтерських фірмах.

Таким чином, незважаючи на широту застосувань методу нечітких множин в обліку й аудиті, жодна з розглянутих праць не фокусується безпосередньо на специфіці контрактів ДПП. Це свідчить про наявність дослідницького галу, що полягає у відсутності комплексної методології, яка б поєднувала нечіткі множини та обліково-аудиторські практики саме в умовах ДПП, де рівень невизначеності особливо високий.

ЦІЛІ СТАТТІ

Метою даного дослідження є теоретичне обґрунтування застосування методу нечітких множин у професійних дослідженнях в обліку й аудиті на прикладі контрактів ДПП в умовах невизначеності. Це дозволить підвищити об'єктивність облікових суджень, покращити якість аудиторських висновків і сприяти прийняттю більш обґрунтованих управлінських рішень у реалізації ДПП. Для досягнення поставленої мети передбачається вирішення таких дослідницьких завдань: оцінити потенціал методу нечітких множин для вирішення прикладних задач у сфері обліку й аудиту; з'ясувати особливості обліку і аудиту у контрактах ДПП з точки зору приватного партнера, зокрема їх специфічні фінансові, облікові та ризикові характеристики; виявити типові проблеми, що ускладнюють застосування традиційних методик обліку і аудиту для контрактів ДПП в умовах складної, багатофакторної невизначеності; розробити модель професійного обліково-аудиторського дослідження, засновану на методі нечітких множин, адаптованого для контрактів ДПП.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

У сучасному обліку й аудиті все частіше виникає потреба опрацьовувати дані, що містять невизначеність, неточність або багатозначність, особливо у випадках, коли оцінки ґрунтуються на професійних судженнях, експертних припущеннях або ймовірнісних прогнозах.



Рис. 1. Переваги, недоліки та напрями використання методу нечітких множин в обліку і аудиті

У таких умовах традиційні детерміновані методи часто виявляються недостатньо ефективними. Саме тому дедалі більшого значення набувають методи нечіткої логіки, зокрема метод нечітких множин, який надає потужний інструментарій для моделювання нечітких, неточних або лінгвістично сформульованих оцінок.

Метод нечітких множин базується на концепції гнучкої приналежності елементів до певних категорій, що дозволяє враховувати ступінь істинності тверджень. Це забезпечує математичну основу для кількісного аналізу якій інформації, яка притаманна обліковим і аудиторським практикам. Потенціал цього методу особливо відчутний у тих сферах, де рішення приймаються в умовах обмеженої інформації, суб'єктивності суджень та необхідності багатокритеріального аналізу.

На рис. 1 представлені переваги, недоліки та напрями використання методу нечітких множин в обліку і аудиті. До переваг методу нечітких множин у сфері обліку й аудиту можна віднести: моделювання невизначеності у фінансових оцінках і прогнозах; інтеграцію якісних (лінгвістичних) оцінок експертів у кількісний аналіз; гнучкість при багатокритеріальному виборі; можливість формалізувати професійні судження, що важливо в аудиті; придатність до автоматизації в системах підтримки прийняття рішень.

Разом із тим, метод нечітких множин в обліку і аудиті має і певні недоліки, зокрема: складність побудови моделей та необхідність спеціальної математичної підготовки; високий ступінь суб'єктивності у виз-

наченні функцій приналежності та нечітких чисел; відсутність уніфікованих підходів до використання нечіткої логіки у фінансовій звітності, що ускладнює стандартизацію.

У сфері бухгалтерського обліку, метод нечітких множин може ефективно використовуватися для: оцінювання справедливої вартості активів за умов нестабільного ринку; моделювання ризику знецінення активів; визначення резервів та забезпечень на основі ймовірнісних сценаріїв; формування оціночних суджень щодо майбутніх грошових потоків.

У сфері аудиту, потенційне використання методу нечітких множин охоплює: оцінювання суттєвості та ризику аудиту з використанням нечітких критеріїв; визначення рівня довіри до клієнта за допомогою лінгвістичних змінних (наприклад, "низький рівень комплаєнсу", "висока складність контракту"); оптимізацію аудиторських процедур, виходячи з нечіткої оцінки матеріальності та ризиків; автоматизацію формулювання професійних суджень у програмному забезпеченні аудитора.

Таким чином, метод нечітких множин має значний потенціал для адаптації облікових та аудиторських процедур до реальних умов високої невизначеності, що особливо актуально в аналізі складних проєктів, таких як контракти ДПП. Його застосування дозволяє не лише збільшити об'єктивність і прозорість рішень, але й посилити обґрунтованість професійних суджень в умовах дефіциту точної інформації.



Рис. 2. Особливості обліку і аудиту у контрактах державно-приватного партнерства з точки зору приватного партнера

У контексті викладеного аналізу потенціалу методу нечітких множин у сфері обліку й аудиту, особливої уваги потребує практичне поле його застосування — зокрема, контракти ДПП. Цей формат взаємодії між державними структурами та бізнесом є складним за природою, багатфакторним і високоризиковим, що створює численні виклики для формування облікової інформації та здійснення її аудиту. Особливо складними такі процеси стають для приватного партнера, який водночас виконує функції інвестора, виконавця робіт, оператора активів та, у багатьох випадках, — фінансового відповідального за довготривалі зобов'язання. Розглянемо детальніше специфічні фінансові, облікові та ризикові характеристики, притаманні приватному партнеру у контрактах ДПП (рис. 2).

Особливості обліку і аудиту для приватного партнера в ДПП.

1. Розподіл фінансових ризиків. Приватний партнер несе значний обсяг ризиків, пов'язаних із перевищенням витрат, затримками в будівництві, фінансуванні та операційними витратами. Втім, основний принцип ДПП — це передача ризику тому, хто здатний його ефективніше контролювати.

2. Фінансові зобов'язання та ризик ліквідності. Часто приватні партнери здійснюють значні початкові інвестиції, спочатку фінансуючи проєкт своїми коштами або за рахунок позикових ресурсів. Оплата може проводитися через плату за доступність або користувацькі збори. Це створює високі навантаження на ліквідність і зобов'язання приватного партнера.

3. Обмежений доступ до інформації і конфіденційність. Приватний партнер має обмежений доступ до інформації від державної сторони, особливо на етапі переговорів. Це може ускладнити облік і аудит, спричинивши затримки і потенційно збільшені витрати.

4. Облік активів та зобов'язань. Залежно від договору, активи можуть залишатися на балансі держави або переходити до приватного партнера. Приватний партнер мусить вирішувати, коли і як визнавати активи, амортизацію, зобов'язання, спираючись на критерії PSBA/ GAAP чи МСФЗ.

5. Аудиторські проблеми, пов'язані з доступом і незалежністю. Аудит приватного партнера у сфері ДПП

може бути ускладнений через обмежений доступ до інформації від держави, політичну чутливість проєкту та ризик конфлікту інтересів між сторонами.

6. Ризики фінансових припущень. Прогнози витрат, ставок фінансування, термінів реалізації — усі ці параметри умовні та довгострокові. Спори між експертами можуть виникати вже при визначенні імовірностей в оцінюванні, створюючи непевність для аудиту та обліку.

7. Комерційна та регуляторна нерівність. Умови контракту ДПП часто містять індексацію, гнучкі ставки, бонуси/штрафи за досягнення KPI, що ускладнює облік доходів та зобов'язань. Різниця в підходах до обліку змін або інфляції може створювати значні коливання в звітності.

Таким чином, з точки зору приватного партнера, контракт ДПП супроводжується значною фінансовою та обліковою невизначеністю, високими ризиковими навантаженнями, а також обмеженням доступу до необхідної інформації під час аудиту. Це підкреслює потребу в гнучких інструментах обліку та аудиту, таких як нечіткі моделі, що дозволяють формалізувати професійні судження в умовах невизначеності.

Складна природа контрактів ДПП, поєднана з високим рівнем фінансової та правової невизначеності, вимагає від професіоналів у сфері обліку й аудиту застосування більш адаптивних і чутливих до змін підходів. У той час, як традиційні облікові методики ґрунтуються на припущенні про стабільність операційного середовища, повну інформацію та чітко визначені умови, реальність контрактів ДПП значно відрізняється. Виникає необхідність виявити й систематизувати ті типові проблеми, які роблять класичні обліково-аудиторські процедури обмеженими для ДПП (рис. 3).

Аналіз облікових та аудиторських аспектів у контрактах ДПП засвідчує, що традиційні підходи, попри свою методичну сформованість, часто не відповідають складній природі подібних контрактів. На нашу думку, головним викликом є високий рівень невизначеності майбутніх грошових потоків. Оцінювання доходів, витрат, змінних компонентів контракту, зокрема умовних платежів або індексацій, базується переважно на припущеннях, сценаріях та очікуваннях. У реаліях багаторічного циклу проєктів ДПП такі прогнози втрачають до-



Рис. 3. Типові проблеми застосування традиційних методик обліку й аудиту в умовах контрактів ДПП

стовірність, що унеможливує точне відображення фінансового стану та результатів ДПП. Наслідком цієї проблеми є те, що облік часто не відображає економічної сутності зобов'язань, а фінансова звітність втрачає прогностичну функцію. Авторське припущення полягає в тому, що відсутність вирішення цієї проблеми призводить до заниження або завищення очікуваних прибутків, що може вплинути на інвестиційну привабливість проєктів ДПП.

Ця невизначеність безпосередньо пов'язана з труднощами розподілу ризиків і зобов'язань між сторонами контракту. У теорії кожен тип ризику (фінансовий, експлуатаційний, управлінський) має бути закріплений за тією стороною, яка може ним ефективніше управляти. Проте в практиці часто відбувається змішування відповідальності, і приватний партнер змушений визнавати власними ризиками, які формально належать державі. На наш погляд, відсутність чітких критеріїв для визнання таких ризиків у звітності призводить до істотних викривлень у структурі активів і пасивів. Логічним продовженням цієї проблеми є складність у визнанні активів та доходів. Більшість контрактів ДПП передбачає довгострокове виконання з відстроченим отриманням вигод: це можуть бути як плати за доступність, так і концесійні платежі. У таких умовах традиційна методика визнання доходів за принципом нарахування виявляється непридатною. Як наслідок, зростає ризик суб'єктивного тлумачення моменту визнання доходу або активу, що може бути використано для маніпуляцій у фінансовій звітності. Авторське припущення: відсутність прозорої моделі обліку таких активів ускладнює порівнянність фінансової звітності між компаніями, що беруть участь у ДПП.

Усі наведені проблеми посилюються через високу залежність від експертних суджень. Багато параметрів — ставки дисконтування, прогнозні обсяги трафіку, інфляційні коригування — потребують оціночного судження на етапі формування облікової оцінки. Традиційний аудит, орієнтований на перевірку документальних підтверджень, є малоефективним у верифікації суб'єктивних експертних висновків. На наш погляд, без на-

явності механізмів формалізації таких суджень, зростає ризик конфліктів між аудиторами і керівництвом, а також посилюється недовіра з боку користувачів звітності.

До цього додається непрозорість процедур і обмежений доступ до інформації, що є типовим для ДПП. Особливо це стосується контрактів стратегічного або інфраструктурного характеру, де багато рішень приймаються у закритому режимі. Авторське припущення: обмеження доступу до ключової інформації унеможливує якісний аудит і створює підґрунтя для обмеженої підзвітності як держави, так і приватного інвестора.

Нарешті, системною проблемою залишається відсутність уніфікованих методичних рекомендацій для обліку ДПП. Це створює ситуацію, коли кожен аудитор або бухгалтер змушений розробляти власну модель обліку, що, на наш погляд, дискредитує принцип порівнюваності фінансової звітності та знижує її якість як інструменту прийняття рішень.

В умовах багатофакторної невизначеності, притаманної ДПП, метод нечітких множин виявляється перспективною альтернативою класичним інструментам обліку та аудиту. Його ключовою перевагою є здатність моделювати нечіткість, суб'єктивність і якісні судження у формалізованому математичному форматі, що дозволяє зберегти логічність і послідовність облікових рішень навіть за відсутності повної інформації.

По-перше, у контексті невизначеності майбутніх грошових потоків, нечітка логіка дозволяє формалізувати експертні сценарії на основі лінгвістичних змінних, таких як "висока ймовірність", "помірний ризик", "низька прибутковість". Це, на нашу думку, дає змогу замінити жорсткі (і часто неточні) числові оцінки на м'які інтервальні припущення, зберігаючи аналітичну обґрунтованість без потреби штучного "уточнення" невизначених параметрів. По-друге, у ситуації розподілу ризиків та зобов'язань нечіткі моделі дозволяють реалізувати багатокритеріальні підходи до прийняття облікових рішень, де кожен тип ризику може оцінюватися з різним ступенем значущості й впливу. Це відкриває шлях до створення адаптивної системи класифікації ризиків, що може бути включена в облікову політику.

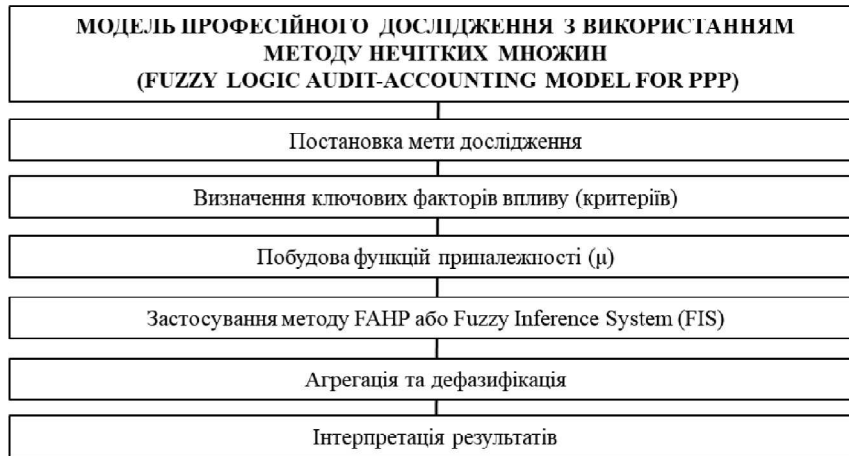


Рис. 4. Модель професійного дослідження з використанням методу нечітких множин (Fuzzy logic Audit-Accounting Model For PPP)

Щодо визнання активів та доходів, нечітка логіка дозволяє враховувати часову варіативність і сценарну мінливість грошових потоків, не як фіксовану величину, а як нечітку функцію, що враховує ймовірні коливання в доходах, пов'язаних із користувацьким попитом, інфляцією, регуляторними змінами. Це, на наш погляд, особливо корисно в контрактах із відстроченими або змінними надходженнями.

У питанні оцінювання експертних суджень нечітка логіка надає інструменти для їх формалізації, що дозволяє аудитору не лише фіксувати "думку експерта", але й перевіряти її логічну послідовність у межах нечіткої моделі. На нашу думку, це підвищує прозорість і відтворюваність суджень, що особливо актуально для перевірки таких параметрів, як строки експлуатації або дисконтні ставки.

У контексті обмеженого доступу до даних, нечіткі моделі дозволяють працювати з неповними або частково якісними даними, замінюючи точні числові значення на лінгвістичні змінні (наприклад: "ймовірне перевищення бюджету", "2 недостатній контроль з боку держави"). Це забезпечує аналітичну гнучкість у ситуаціях інформаційної асиметрії.

Також нечіткі методи дозволяють компенсувати відсутність уніфікованих методичних рекомендацій, пропонуючи систематизований підхід до багатокритеріального аналізу ситуацій. Це відкриває перспективи для створення нових облікових алгоритмів, адаптованих під реалії ДПП.

Таким чином, застосування методу нечітких множин у сфері обліку та аудиту контрактів ДПП, на нашу думку, може стати інструментом формалізації складних професійних суджень, що базуються на невизначених або неповних даних. Це створює підґрунтя для підвищення якості звітності, прозорості управлінських рішень і зміцнення довіри між партнерами.

Враховуючи виявлені обмеження традиційних підходів до обліку та аудиту в умовах контрактів ДПП, а також потенціал методу нечітких множин у подоланні цих викликів, постає потреба у формуванні відповідної аналітичної моделі. На наш погляд, така модель має забезпечити не лише формалізацію суб'єктивних суджень і роботу з неповною інформацією, а й надати ос-

нову для прийняття більш обґрунтованих професійних рішень у складному середовищі ДПП. У цьому контексті пропонуємо розроблену авторську модель обліково-аудиторського дослідження, побудовану на принципах нечіткої логіки (рис. 4).

Модель професійного обліково-аудиторського дослідження на основі методу нечітких множин, адаптована до специфіки контрактів ДПП, передбачає поетапне проходження низки логічно пов'язаних компонентів.

Першим і фундаментальним етапом є постановка цілі дослідження. У межах ДПП-контрактів це може бути, наприклад, оцінка рівня достовірності фінансової звітності приватного партнера, виявлення ймовірних зон ризику або вибір доцільних аудиторських процедур. Постановка цілі визначає фокус дослідження та рамки моделювання, забезпечуючи спрямованість усієї подальшої аналітики. На основі обраної цілі формулюється система релевантних критеріїв (вхідних параметрів) — тих змінних, які мають безпосередній вплив на об'єкт дослідження. До прикладу, такими критеріями можуть бути: доступність інформації, прозорість контрактних умов, частота змін у договірних положеннях, обсяг експертних суджень, визначеність грошових потоків, а також рівень нормативного регулювання. Їх обрання обумовлюється як емпіричними спостереженнями, так і професійними стандартами. Далі ці критерії проходять через етап формалізації у вигляді функцій приналежності. Переважна більшість із них має якісний або лінгвістичний характер (наприклад, "високий рівень ризику" або "часткова визначеність"), тож потребує переведення в нечіткі числові інтервали. Таким чином забезпечується математична обробка експертної інформації.

Після цього формується нечітка база знань — набір логічних правил типу "якщо-то", що відображає професійну логіку прийняття рішень. Наприклад: "Якщо рівень доступу до даних низький і частота змін у контракті висока, то рівень аудиторського ризику — високий". Цей компонент забезпечує логічну структуру зв'язку між факторами впливу та результатами оцінки. На основі цієї бази знань відбувається нечітке логічне виведення — агрегування значень усіх вхідних змінних відповідно до заданих правил. В обраній системі (наприклад, Mamdani або Sugeno) формується інтегрований нечіткий резуль-

тат, що відображає загальний рівень ризику чи достовірності. Наступним кроком логічно постає дефазифікація, тобто перетворення нечіткого результату в чітке числове значення. Це дозволяє приймати конкретні рішення: наприклад, якщо рівень ризику перевищує 0,75, то рекомендовано застосовувати розширені аудиторські процедури.

Завершальний етап — інтерпретація результатів, що передбачає аналіз отриманих значень, формування висновків та рекомендацій. У межах ДПП-контрактів це може бути як адаптація облікової політики, так і перегляд аудиторського плану з урахуванням змодельованих оцінок.

Таким чином, ця модель дозволяє гнучко та формалізовано врахувати нечіткі та суб'єктивні фактори, які традиційний облік і аудит не здатні кількісно охопити. Вона не замінює, але доповнює класичні підходи, підвищуючи обґрунтованість професійних суджень.

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження доводить, що традиційні методики обліку та аудиту виявляються обмежено ефективними в умовах ДПП, де переважає складна багатоваріантна невизначеність, інформаційна асиметрія та висока суб'єктивність професійних суджень. У такому контексті застосування методу нечітких множин відкриває нові можливості для формалізації оцінок, прийняття обґрунтованих рішень та зниження рівня обліково-аудиторських ризиків. Розроблена модель професійного дослідження з використанням нечіткої логіки дозволяє враховувати як якісні, так і кількісні фактори впливу, створюючи прозорий інструмент підтримки професійного судження. Це створює перспективи для подальшого розвитку гнучких підходів до обліку в умовах динамічного середовища та підвищує ефективність аудиту як механізму забезпечення довіри у сфері ДПП.

Література:

- Cicak J., Vasicek D. Determining the level of accounting conservatism through the fuzzy logic system. *Business Systems Research*. 2019. No. 10 (1). P. 88—101. DOI: <https://doi.org/10.2478/bsrj-2019-0007>
- Davis H.Z., Mesznik R., Lee J.Y. Finding an internal optimum in the classification of management accounting information: The role of fuzzy sets. *Advances in Management Accounting*. 2008. No. 17. P. 203—216. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1474-7871\(08\)17007-1](https://doi.org/10.1016/S1474-7871(08)17007-1)
- Yang F.-W., Tian M., Li L. Evaluate the usefulness of accounting information based on fair value measurement by fuzzy. *Proceedings of the 2nd IEEE International Conference on Information and Financial Engineering*. 2010. P. 633—636. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICIFE.-2010.5609437>
- Li H., Chen Z., Chen S. The study of evaluation of the quality of the accounting information based on the fuzzy-AHP model. *WIT Transactions on Information and Communication Technologies*. 2014. No. 52. P. 185—191. DOI: <https://doi.org/10.2495/SSSIT20130251>
- Bayou M.E., Reinstein A. Using the fuzzy-analytic-hierarchical-process to select the optimum mechanism for developing accounting standards. *Review of Accounting and Finance*. 2007. No. 6 (2). P. 109—130. DOI: <https://doi.org/10.1108/14757700710750801>
- Qu X., Zhang G. Measuring the convergence of national accounting standards with international financial reporting standards: The application of fuzzy clustering analysis. *International Journal of Accounting*. 2010. No. 45 (3). P. 334—355. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.intacc.2010.06.008>
- Dong C., Huang G., Cai Y., Yue W., Rong Q. An interval-parameter fuzzy linear programming approach for accounting and planning of energy-environmental management systems. *Journal of Environmental Accounting and Management*. 2014. No. 2 (1). P. 13—29. DOI: <https://doi.org/10.5890/JEAM.2014.03.002>
- Vysochan O., Vysochan O., Yasinska A., Hyk V. Selection of accounting software for small and medium enterprises using the fuzzy TOPSIS method. *TEM Journal*. 2021. No. 10 (3). P. 1348—1356. DOI: <https://doi.org/10.18421/TEM103-43>
- Gao X., Yu C. A fuzzy-based recommendation system for cloud accounting service. *Proceedings of the 13th International Conference on Service Systems and Service Management*. 2016. Art. no. 7538650. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICSSSM.2016.7538650>
- Jiao F. Risk assessment and control for accounting information system based on fuzzy analytic hierarchy process. *Proceedings of the 8th International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation*. 2016. P. 580—583. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICMTMA.2016.142>
- Zhu Z.-H., Xue D.-W. Fuzzy evaluation model of accounting firm knowledge management performance. *Proceedings of the 2009 International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering*. 2009. Vol. 2. P. 75—78. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICIII.2009.176>
- Kersulienė V., Turskis Z. A hybrid linguistic fuzzy multiple criteria group selection of a chief accounting officer. *Journal of Business Economics and Management*. 2014. No. 15 (2). P. 232—252. DOI: <https://doi.org/10.3846/16111699.2014.903201>
- Carlsson-Wall M., Kraus K. Opening the black box of the role of accounting practices in the fuzzy front-end of product innovation. *Industrial Marketing Management*. 2015. No. 45 (1). P. 184—194. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2015.01.007>
- Rodger J.A., George J.A. Triple bottom line accounting for optimizing natural gas sustainability: A statistical linear programming fuzzy ILOWA optimized sustainment model approach to reducing supply chain global cybersecurity vulnerability through information and communications technology. *Journal of Cleaner Production*. 2017. No. 142. P. 1931—1949. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.089>
- Chan H.K., Wang X., Raffoni A. An integrated approach for green design: Life-cycle, fuzzy AHP and environmental management accounting. *British Accounting Review*. 2014. No. 46 (4). P. 344—360. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bar.2014.10.004>
- Cherubini U., Della Lunga G. Fuzzy value-at-risk: Accounting for market liquidity. *Economic Notes*. 2001. No. 30 (2). P. 293—312. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.0391-5026.2001.00058.x>

References:

1. Cicak, J. and Vasicek, D. (2019), "Determining the level of accounting conservatism through the fuzzy logic system", *Business Systems Research*, vol. 10, no. 1, pp. 88—101. DOI: <https://doi.org/10.2478/bsrj-2019-0007>.
2. Davis, H.Z., Mesznik, R. and Lee, J.Y. (2008), "Finding an internal optimum in the classification of management accounting information: The role of fuzzy sets", *Advances in Management Accounting*, vol. 17, pp. 203—216. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1474-7871\(08\)17007-1](https://doi.org/10.1016/S1474-7871(08)17007-1).
3. Yang, F.-W., Tian, M. and Li, L. (2010), "Evaluate the usefulness of accounting information based on fair value measurement by fuzzy", *Proceedings of the 2nd IEEE International Conference on Information and Financial Engineering*, pp. 633—636. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICIFE.2010.5609437>.
4. Li, H., Chen, Z. and Chen, S. (2014), "The study of evaluation of the quality of the accounting information based on the fuzzy-AHP model", *WIT Transactions on Information and Communication Technologies*, vol. 52, pp. 185—191. DOI: <https://doi.org/10.2495/SSSIT20130251>.
5. Bayou, M.E. and Reinstein, A. (2007), "Using the fuzzy-analytic-hierarchical-process to select the optimum mechanism for developing accounting standards", *Review of Accounting and Finance*, vol. 6, no. 2, pp. 109—130. DOI: <https://doi.org/10.1108/14757700710750801>.
6. Qu, X. and Zhang, G. (2010), "Measuring the convergence of national accounting standards with international financial reporting standards: The application of fuzzy clustering analysis", *International Journal of Accounting*, vol. 45, no. 3, pp. 334—355. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.intacc.2010.06.008>.
7. Dong, C., Huang, G., Cai, Y., Yue, W. and Rong, Q. (2014), "An interval-parameter fuzzy linear programming approach for accounting and planning of energy-environmental management systems", *Journal of Environmental Accounting and Management*, vol. 2, no. 1, pp. 13—29. DOI: <https://doi.org/10.5890/JEAM.2014.03.002>.
8. Vysochan, O., Vysochan, O., Yasinska, A. and Hyk, V. (2021), "Selection of accounting software for small and medium enterprises using the fuzzy TOPSIS method", *TEM Journal*, vol. 10, no. 3, pp. 1348—1356. DOI: <https://doi.org/10.18421/TEM103-43>.
9. Gao, X. and Yu, C. (2016), "A fuzzy-based recommendation system for cloud accounting service", *Proceedings of the 13th International Conference on Service Systems and Service Management*, art. no. 7538650. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICSSSM.2016.7538650>.
10. Jiao, F. (2016), "Risk assessment and control for accounting information system based on fuzzy analytic hierarchy process", *Proceedings of the 8th International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation*, pp. 580—583. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICMTMA.2016.142>.
11. Zhu, Z.-H. and Xue, D.-W. (2009), "Fuzzy evaluation model of accounting firm knowledge management performance", *Proceedings of the 2009 International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering*, vol. 2, pp. 75—78. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICIII.2009.176>.
12. Kersulienė, V. and Turskis, Z. (2014), "A hybrid linguistic fuzzy multiple criteria group selection of a chief accounting officer", *Journal of Business Economics and Management*, vol. 15, no. 2, pp. 232—252. DOI: <https://doi.org/10.3846/16111699.2014.903201>.
13. Carlsson-Wall, M. and Kraus, K. (2015), "Opening the black box of the role of accounting practices in the fuzzy front-end of product innovation", *Industrial Marketing Management*, vol. 45, no. 1, pp. 184—194. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2015.01.007>.
14. Rodger, J.A. and George, J.A. (2017), "Triple bottom line accounting for optimizing natural gas sustainability: A statistical linear programming fuzzy ILOWA optimized sustainment model approach to reducing supply chain global cybersecurity vulnerability through information and communications technology", *Journal of Cleaner Production*, vol. 142, pp. 1931—1949. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.089>.
15. Chan, H.K., Wang, X. and Raffoni, A. (2014), "An integrated approach for green design: Life-cycle, fuzzy AHP and environmental management accounting", *British Accounting Review*, vol. 46, no. 4, pp. 344—360. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bar.2014.10.004>.
16. Cherubini, U. and Della Lunga, G. (2001), "Fuzzy value-at-risk: Accounting for market liquidity", *Economic Notes*, vol. 30, no. 2, pp. 293—312. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.0391-5026.2001.00058.x>.

Стаття надійшла до редакції 22.06.2025 р.

<https://nayka.com.ua>

Електронне фахове видання

Ефективна
ЕКОНОМІКА

Виходить 12 разів на рік

**Журнал включено до переліку наукових фахових видань України з ЕКОНОМІЧНИХ НАУК (Категорія «Б»)
Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292**

e-mail: economy_2008@ukr.net

viber: +38 050 3820663