

**ВІДГУК
ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА**

ЦЮЦЮРИ Світлани Володимирівни,
доктора технічних наук, професора,

завідувача кафедри інформаційних технологій

Київського національного університету будівництва і архітектури
на дисертаційну роботу Нескородоєвої Тетяни Василівни
«МЕТОДОЛОГІЯ СТВОРЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ
ТЕХНОЛОГІЇ АНАЛІЗУ ДАНИХ СППР АУДИТА»,
що подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

Актуальність теми дисертаційного дослідження.

Сучасний етап розвитку цифрової економіки характеризується стрімким збільшенням обсягів даних, тому функціонування податкових служб, органів фінансового та державного контролю невід'ємно пов'язано з автоматизованим аналізом великих обсягів різноманітної інформації цифрової економіки з метою формування рекомендованих рішень.

Аналіз даних при розв'язанні задач аудиту характеризується необхідністю аналізу та оцінювання великої кількості взаємозв'язків різноманітних даних при перевірці передумов аудиту. В той же час наявні методи і моделі забезпечують достатню точність для певного виду порушень і не є універсальними, що ускладнює автоматизацію на їх основі, а також не дозволяє забезпечити оперативність прийняття рішень. Наявні засоби автоматизації аналізу даних в системах загального призначення і тому не враховують особливостей задач аудиту, це створює проблему забезпечення обґрунтованості рекомендованих рішень. Таким чином можна зробити висновок, що відсутнє теоретичне підґрунтя, засоби створення і впровадження автоматизованої технології аналізу даних, що дозволить формувати рекомендовані рішення для різноманітних задач аудиту в умовах стрімкого зростання обсягів даних цифрової економіки.

З огляду на вище сказане, можна зробити висновок, що у межах існуючого теоретико-методологічного і інструментального забезпечення аналізу даних в системі аудиту, вирішити проблему обґрунтованості і оперативності формування рекомендованих рішень не можливо. Саме тому, актуальною проблемою є розробка методології створення інтелектуальної інформаційної технології аналізу даних в системі аудиту.

Отже, можна констатувати, що обрана тема дослідження є **актуальною** та необхідною на сучасному етапі розвитку ІТ-сфери цифрової економіки України.

Актуальність також підтверджується тим, що робота виконана в рамках пріоритетних напрямів науково-технічної діяльності Міністерства освіти і науки України: інформаційні та комунікаційні технології та

відповідає тематиці наукових досліджень і науково-технічних розробок Міністерства освіти і науки на 2019-2021 роки відповідно до наказу МОН України від 28.12.2018 р., № 1466. Назва пріоритетних тематичних напрямків: (34) Інтелектуальні інформаційні та інформаційно-аналітичні технології. Інтегровані системи баз даних та знань. Національні ресурси. (37) Технології та засоби математичного моделювання, оптимізації та системного аналізу розв'язання надскладних завдань державного значення. (38) Технології та інструментальні засоби електронного урядування. Інформаційно-аналітичні системи, системи підтримки прийняття рішень. Ситуаційні центри.

Наукові дослідження виконані в межах науково-дослідних робіт, що проводилися за планами наукової та науково-технічної діяльності а ДонНУ імені Василя Стуса: «Економіко-математичні методи та моделі функціонування систем у нестабільному соціально-економічному середовищі», «Дослідження та комп'ютерно математичне моделювання складних систем та процесів у науці, освіті та інформаційно-комунікаційній діяльності підприємств»; «Методи, моделі при розробці інтелектуальних, інформаційних технологій для високоефективних обчислювальних та локальних підсистем управління в проблемно-орієнтованих системах»; "Дослідження впливу кліматичних факторів на обсяги споживання природного газу в житловому секторі"; "Система локалізації, класифікації та трекінгу об'єктів у режимі реального часу за допомогою алгоритмів штучного інтелекту".

Ступінь новизни, обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі. Ознайомлення зі змістом дисертації, основними публікаціями та авторефератом дозволяє визнати, що мету дослідження досягнуто. Це знайшло відображення в основних положеннях роботи, які сформульовані автором особисто і характеризуються науковою новизною. А саме:

вперше:

– запропоновано методологію створення інтелектуальної інформаційної технології аналізу даних СППР аудиту на основі методу узагальнено-множинної обробки інформації великих обсягів, що дозволяє вирішити проблему системного підходу та повноти аналізу даних предметної області та підвищення оперативності і обґрунтованості аудита об'єктів цифрової економіки.

– розроблено метод створення інформаційної моделі предметної області аудиту за передумовами «Обачність», «Повнота», «Відповідність витрат і доходів», «Періодичність» на трьох рівнях аудиту на основі теоретико-множинної моделі. Запропонований метод забезпечує:

- повноту аналізу за елементами та піделементами предметної області аудиту та їх властивостями, типами даних (нумерологічні, кількісні, текстові, логічні), відображеннями та їх напрямками (прямий і зворотний) за

передумовами на трьох рівнях аудиту, що дозволяє підвищити обґрунтованість рекомендованих рішень аудиту;

- узагальнено-множинний експрес-аналіз предметної області аудиту, що дозволить скоротити кількість детальних аудиторських процедур на нижньому рівні та час перевірки, що підвищує оперативність прийняття рішень;

- структурування інформації предметної області аудиту, що дозволяє забезпечити автоматичну підготовку інформації необхідної для вирішення завдань аналізу на кожному рівні, за виділеними передумовами аудиту з урахуванням типу інформації.

– розроблено метод створення функціональної моделі перетворень елементів і піделементів предметної області аудиту на основі теоретико-множинної моделі:

- по чотирьох передумовах, які є підставою для автоматизації аналізу їх узагальнених властивостей по кожній передумові на верхніх рівнях системи аудиту і по атомарних елементах перевірки на нижньому рівні;

- за набором передумов, які є підставою для автоматизації аналізу їх узагальнених властивостей на одному рівні за всіма передумовами системи аудиту та за атомарними елементами перевірки на нижньому рівні;

- за чотирма видами інформації (нумерологічна, кількісна, текстова, логічна), який забезпечує повноту аналізу узагальнених властивостей і визначення перевірку еквівалентності атомарних елементів і дозволяє зменшити предметну область аудиту.

– логіко-таксономічний метод аналізу узагальнених властивостей елементів і піделементів предметної області аудиту за чотирма видами на основі функціональної моделі перетворень даних, який забезпечує повноту і впорядкованість аналізу узагальнених властивостей у напрямку від простих до більш складних і дозволяє скоротити час аналізу, що підвищує оперативність і обґрунтованість прийняття рішень;

– розроблено логіко-нейромережевий метод аналізу інформації предметної області аудиту, який дозволяє автоматизувати вибір моделі обробки інформації в СППР аудиту і оптимізувати його залежно від наступних характеристик об'єкта і процесу аудиту: виду інформації, передумови та режиму перевірки, що дозволяють автоматизувати формування знань, в межах функціональної моделі перетворень даних предметної області аудиту;

– *отримав подальший розвиток* метод автоматичної обробки інформації в напрямку автоматизації узагальнено-множинного аналізу даних часових рядів предметної області аудиту на підставі:

- нейромережевої моделі резервуарних обчислень, який на відміну від існуючих має більш просту структуру нейромережевої моделі, що прискорює навчання даної моделі для режиму експрес-перевірки

системи аудиту;

- нейромережевої моделі шлюзових обчислень, який на відміну від існуючих використовує параметричну ідентифікацію на основі метаевристики, що підвищує точність прогнозу для режиму поглибленої перевірки системи аудиту.

– *удосконалено* метод автоматичної обробки інформації в напрямку автоматизації узагальнено-множинного аналізу відображень даних предметної області аудиту, який на відміну від існуючих використовує композицію неймереж, що дозволяє масштабувати моделі для оцінювання показників аудиту складних виробничих процесів, на основі:

- детермінованої рекурентної мережі, яка враховує зворотні і незворотні відходи, напівпродукти та представляє ваги нейромережевої моделі у вигляді часток сировини, напівпродуктів, готової продукції, зворотних і незворотних відходів, та виконує навчання на основі матриць асоціативних зв'язків, що дозволяє оцінювати показники зворотних і незворотних відходів;

- детермінованої нерекурентної мережі, яка враховує напівпродукти і представляє ваги нейромережевої моделі у вигляді узагальнених показників сировини, напівпродуктів, готової продукції, і виконує навчання нейромережевої моделі на основі субтрактивної кластеризації методу та k-середніх, що прискорює навчання даної моделі в режимі експрес-перевірки системи аудиту;

- стохастичної рекурентної мережі, яка враховує напівпродукти, використовує зв'язки між стохастичними нейронами тільки сусідніх шарів і нейрони Гауса у вхідному і вихідному шарі, і виконує навчання нейромережевої моделі на основі методу контрастивної дивергенції, що дозволяє підвищити точність оцінювання в режимі поглибленої перевірки системи аудиту.

Таким чином, можна констатувати, що результати представлені в роботі утворюють методологію створення і впровадження інтелектуальної інформаційної технології аналізу даних СППР аудита.

Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, які наведені в дисертаційній роботі, обґрунтована використанням загальновідомих та широко апробованих на практиці методів та співпадінням теоретичних і практичних результатів.

Практичне значення наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. В роботі розроблені і доведені до практичної реалізації запропонована методологія узагальнено-множинного аналізу даних і еквівалентних відображень даних предметної області аудита при обробці великих обсягів даних цифрової економіки і розроблена інтелектуальна інформаційна технологія аналізу даних СППР аудита. А саме:

– розроблені процедури формалізації узагальнено-множинного

представлення елементів і піделементів об'єктів цифрової економіки і зв'язків між ними для побудови інформаційної моделі предметної області аудиту за передумовами «Обачність», «Повнота», «Відповідність витрат і доходів», «Періодичність» на трьох рівнях аудиту, що дозволяє створити структуру базу даних з урахуванням задач аудиту передумов.

– розроблені процедури формалізації узагальнено-множинних перетворень елементів і піделементів предметної області аудиту для побудови функціональної моделі перетворень даних предметної області аудиту, що дозволяє створити структуру базу знань СППР аудита, яка є основою для розв'язання задач аналізу за зазначеними передумовами.

– створені алгоритми параметричної і структурної ідентифікації нейромережових моделей, на підставі паралельної і розподіленої обробки інформації, які автоматизують формування знань для оцінки достовірності інформації, що дозволяє підвищити обґрунтованість (середня відносна помилка апроксимації не більше 7%), та оперативність прийняття рішень (до сотні разів в залежності від режиму перевірки), що підтверджується актом апробації.

– створені структура та програмні компоненти СППР аудита, які реалізують паралельну і розподілену обробку інформації по передумовам «Повнота», «Обачність», «Періодичність», «Відповідність доходів і видатків» і типам даних, що дозволило:

- зменшити матеріальні витрати на документальну перевірку у десятки разів у зв'язку зі зменшенням часу роботи аудитора;

- зменшити матеріальні витрати на документальну перевірку на 30% у зв'язку зі зменшенням кількості підприємств, що перевіряються;

в залежності від кількості записів, що перевіряються і наявної кількості фальсифікацій в них, що підтверджується актом апробації.

– результати дисертаційного дослідження впроваджені: на ТОВ «САЙФЕР БІС», а саме: в межах аналітики руху засобів на банківських рахунках корпорації (холдингу, групи) було розроблено модуль аналізу системи аудита для системи дистанційного обслуговування клієнтів «ELPay»; апробовані у практичній діяльності Черкаської торгово-промислової палати, зокрема в ході сприяння розробки економічно-доцільних та ефективних регуляторних процедур та проведення моніторингу щодо ефективності діяльності підприємств регіон; на базі інноваційно-спеціалізованих інжинірингових лабораторій ГО «Асоціація Ноосфера» в ході підготовки та проведення циклу онлайн вебінарів «Deep Learning». Все, що ви хотіли знати про глибинне навчання», онлайн вебінарів «Artificial Intelligence now – create your own personal assistant», що підтверджено відповідними актами впровадження та довідками апробації.

Повнота відображення основних наукових положень в опублікованих працях. За матеріалами дисертації опубліковано 33 наукові праці, з яких: 21 наукова стаття у фахових виданнях України, 5 з яких

опубліковані у виданнях, що індексуються в наукометричних базах даних Scopus та/або Web of Science, 12 матеріалів конференцій.

Кількість, обсяг та зміст друкованих праць відповідають вимогам щодо публікацій основного змісту дисертації на здобуття наукового ступеня доктора наук. Аналіз змісту наукових публікацій показав, що всі нові наукові положення дисертації у повній мірі відображені у друкованих працях.

Також варто відзначити переважну кількість особистих публікацій здобувача, що свідчить про значний особистий вклад автора роботи при отриманні нових наукових результатів.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності й оформлення. Побудова дисертації відповідає прийнятим для наукового дослідження нормам Усі положення, винесені на захист, висвітлені в тексті дисертації. Зміст дисертаційної роботи відповідає назві. Дисертація написана грамотною науковою мовою, оформлена відповідно до існуючих нормативних документів. Дисертація складається з вступу п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків.

Автореферат цілком відповідає змісту дисертації та в стислій формі містить всі основні результати роботи. Дисертація та автореферат за структурою, змістом і оформленням цілком відповідають вимогам «Порядку присудження наукових ступенів».

У вступі обґрунтовується актуальність теми дисертаційного дослідження, сформульовано мету і визначено основні завдання, визначений зв'язок роботи з науковими програмами, темами, подано наукову новизну і практичне значення отриманих результатів із зазначенням відомостей про впровадження і апробацію результатів роботи, про публікації і структуру роботи.

У першому розділі зроблено огляд задач, які виникають в системі аудиту підприємства на основі інформаційних технологій. З проведеного аналізу визначено перелік проблем, що впливають на ефективність роботи аудитора. До головних з них відносяться значні часові витрати на комплексний аналіз великих обсягів різномірної інформації згідно задач аудиту, зокрема з метою визначення предметної області аудиту що потребує детальних аудиторських процедур.

На основі аналізу існуючих методів, моделей та інформаційних технологій автором зроблено висновок, що для забезпечення оперативності і обґрунтованості прийняття рішень в системі аудиту відсутні необхідні теоретичні розробки, що робить неможливим вдосконалення інформаційного забезпечення процесів аудиту в умовах стрімкого розвитку цифрової економіки. А саме відсутнє теоретичне обґрунтування наступних елементів: створення інформаційної моделі предметної області аудиту, яка б забезпечувала представлення інформації для різноманітних процедур аналізу, що є необхідними при автоматизації перевірки по набору передумов

аудиту; функціональної моделі перетворень даних предметної області аудиту, що враховує необхідність автоматизації узагальненого аналізу даних на верхніх рівнях і постановки задач перевірки передумов П(с)БУ. Відсутність методів автоматичного вибору моделі аналізу, в залежності від таких характеристик аудиту: режим роботи (експрес-перевірка або поглиблена перевірка), виду багатовимірних даних (часові або не часові), особливості перетворень даних при обліку різних типів виробництв. Існуючі методи інтелектуального аналізу мають один або декілька наступних недоліків: мають високу обчислювальну складність; не мають високу точність, що може бути критичним при обробці великих обсягів даних для забезпечення оперативності і обґрунтованості рекомендованих рішень. Таким чином, визначені теоретичні складові, які потребують розробки при створенні методології інтелектуального аналізу даних в системі аудиту.

У другому розділі розроблено теоретико-множинні моделі даних предметної області за передумовами і рівнями системи аудиту. Розроблені моделі, дозволяють уніфікувати представлення інформації на трьох рівнях аудиту і покладені в основу методу створення інформаційної моделі предметної області аудиту.

Як складові методу створення інформаційної моделі предметної області аудиту представлені наступні компоненти: методики узагальнено-множинного представлення елементів і піделементів предметної області аудиту за передумовами «Обачність», «Повнота», «Відповідність витрат і доходів», «Періодичність» на трьох рівнях аудиту; методика формалізації атомарних елементів предметної області аудиту матеріальних витрат, та їх взаємозв'язків по передумові «Повнота» на основі моделі еквівалентних відображень; методики формалізації і класифікації характеристик елементів і піделементів предметної області аудиту; набір узагальнених властивостей множин еквівалентних відображень, що підлягають аналізу. Сформовані теоретичні основи методології узагальнено-множинного аналізу даних у на основі теоретико-множинних моделей даних предметної області за передумовами і рівнями, що є основою формування функціональної моделі перетворень даних предметної області аудиту.

Третій розділ присвячено методу формування функціональної моделі перетворень даних предметної області аудиту.

Функціональні моделі перетворень даних предметної області аудиту розроблені за передумовами «Обачність», «Повнота», «Відповідність витрат і доходів», «Періодичність» на трьох рівнях системи аудиту, та за набором передумов дозволяють імітувати роботу аудитора по групуванню даних при аналізі, які близькі по значенням та виокремлення елементів даних, що зустрічаються рідко або мають аномальне значення. Розроблені моделі дозволяють систематизувати процедури аналізу за задачами, а в межах кожної задачі за етапами перетворень та є теоретичним підґрунтям

для розробки моделей і методів автоматизації узагальнено-множинного аналізу.

Формалізована робота аудитора у вигляді виокремлення еквівалентних і нееквівалентних множин послідовностей відображень, що є підставою для автоматизації процедур аналізу і еквівалентних відображень. Запропонований логіко-таксономічний метод аналізу узагальнених властивостей підмножин елементів та піделементів предметної області аудиту, дозволяє систематизувати аналіз їх властивостей з точки зору теорії множин від «грубих» до більш «тонких», забезпечує скорочення області аналізу на кожному рівні дерева рішень за рахунок виокремлення нееквівалентних множин та є теоретичним підґрунтям автоматизації аналізу даних в задачах аудиту передумов. Застосування функціональної моделі перетворень даних та логіко-таксономічного методу забезпечує скорочення області аналізу на нижніх рівнях системи аудиту.

У четвертому розділі описано методи і моделі аналізу даних, які дозволяють автоматизувати формування знань, в межах функціональної моделі предметної області аудиту.

Створений логіко-нейромережевий метод аналізу даних предметної області аудиту забезпечує вибір моделі в залежності виду передумови («Обачність», «Повнота», «Відповідність витрат і доходів», «Періодичність»); від характеристики типу даних аудиту (дані часових рядів, дані відображень); режиму перевірки: експрес-аудит або поглиблений аудит і параметрів режиму перевірки: час, точність, що дозволяє автоматизувати формування знань в залежності від задач і характеристик аудиту.

У п'ятому розділі представлена інформаційна технологія, яка реалізує розроблену методологію створення інтелектуальної інформаційної технології аналізу даних в багаторівневій системі підтримки прийняття рішень аудиту. Проведений кількісний аналіз точності і розрахункової складності моделей, який підтверджує, що розроблені моделі забезпечують підвищення оперативності аналізу і обґрунтованість оціночних значень в результаті їх застосування.

Проведений кількісний аналіз методів в результаті впровадження результатів роботи у вигляді компонентів СППР аудиту, який підтверджує (за даними актів впровадження), що їх застосування дозволяє:

- зменшити час комплексного (експрес та поглибленого) аудиту діяльності корпорації до сотні разів;
- зменшити матеріальні витрати на документальну перевірку при комплексному (експрес та поглибленому) аудиті у десятки разів (в залежності від кількості записів, що перевіряються та наявної кількості фальсифікацій в них);
- зменшити час експрес-аудиту до 20 разів;

- зменшити матеріальні витрати на документальну перевірку при поглибленому аудиті на 30%
- зменшити ймовірність не виявлення фальсифікацій до 5% (при поглибленому аудиті) та до 10% (при експрес-аудиті).

У висновках викладені найбільш важливі наукові і практичні результати роботи, які були отримані в дисертаційному дослідженні.

Загальна оцінка роботи та недоліки.

Матеріал дисертації викладений літературним стилем і відрізняється чіткістю формулювань; композиція дисертації та автореферату характеризується логічністю і послідовністю. Поставлену автором мету досягнуто, сформульовані задачі вирішено, а висновки повністю віддзеркалюють основний зміст роботи.

Разом з тим в дисертаційній роботі мають місце недоліки:

1. При аналізі існуючих сучасних інструментальних засобів, недостатньо уваги приділено порівняльному аналізу існуючих програмних засобів за різноманітними характеристиками.

2. Запропонований метод створення інформаційної моделі предметної області аудиту базується на теоретико-множинній моделі. Проте, варто було б варто більше уваги приділити обґрунтуванню формалізації інформаційної моделі з використанням теоретико-множинного підходу.

3. При розробці функціональної моделі предметної області аудита за передумовами «Обачність», «Повнота», «Відповідність витрат і доходів», «Періодичність» більш детального обґрунтування потребує підхід до формалізації підмножин аналізу на підставі сигма-алгебри та розбиття множин аналізу.

4. Запропонований логіко-таксономічний метод потребує попереднього агрегування даних у випадку одно-многозначного відображення.

5. Нейромережеві моделі навчаються тільки на правильних даних, що потребує попередньої підготовки таких даних на основі предметної області аудита.

6. При реалізації методології інтелектуальної інформаційної технології аналізу даних, на мій погляд, бажано було б навести алгоритм логіко-таксономічного підходу.

Відповідність дисертації встановленим нормам і вимогам і загальні висновки. Зазначені недоліки суттєво не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи, не зменшують її якості, а також наукової і

практичної цінності. Вони не визначними і можуть бути враховані як напрямки подальших досліджень. Під час вивчення та аналізу дисертаційної роботи випадків порушення академічної доброчесності не виявлено.

На підставі детального ознайомлення з дисертацією, авторефератом та основними публікаціями вважаю, що дисертаційна робота «Методологія створення інтелектуальної інформаційної технології аналізу даних СППР аудита», є оригінальним завершеним науковим дослідженням, у якому поставлена і вирішена важлива наукова-прикладна проблема. Робота відповідає діючим в Україні вимогам «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» п. 9, 10, 12, 13, 14 (затвердженого постановою кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року №567 зі змінами та доповненнями), а її автор Нескородєва Тетяна Василівна заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук зі спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент
д-р техн. наук, професор,
завідувач кафедри інформаційних технологій
Київського національного університету
будівництва і архітектури

С.В. Цюцюра

Підпис доктора технічних наук, професора
Цюцюри С.В. засвідчую: Вчений секретар
Вченої ради КНУБА к.т.н., доцент Петренко О.С.



« _____ » _____ 2020 року