

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАРІЦЬКИЙ ОЛЕГ ВОЛОДИМИРОВИЧ



УДК 004.896:005.642.5:001.8(043.3)

**ТЕОРЕТИЧНІ І МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РОЗРОБЛЕННЯ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
АНАЛІТИЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ
ДІЯЛЬНОСТІ**

05.13.06 – інформаційні технології

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук

Київ 2018

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному авіаційному університеті, Міністерство освіти і науки України

Науковий консультант: доктор технічних наук, професор
Павленко Петро Миколайович,
Національний авіаційний університет,
професор кафедри засобів захисту інформації

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Тесля Юрій Миколайович,
Київський національний університет
імені Тараса Шевченка,
декан факультету інформаційних технологій

доктор технічних наук, професор
Томашевський Валентин Миколайович,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»,
професор кафедри автоматизованих систем
обробки інформації та управління

доктор технічних наук, професор
Шаронова Наталія Валеріївна,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
завідувач кафедри інтелектуальних
комп'ютерних систем

Захист відбудеться «15» березня 2018 р. о 14³⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.062.01 при Національному авіаційному університеті за адресою: 03680, м. Київ, просп. Космонавта Комарова, 1, ауд. 3/201.

З дисертацією можна ознайомитися в науково-технічній бібліотеці Національного авіаційного університету за адресою: 03058, м. Київ, просп. Космонавта Комарова, 1.

Автореферат розіслано «31» січня 2018 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради
Д 26.062.01



Ю. П. Бойко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Сьогодні суспільство перебуває на порозі четвертої індустріальної революції. Розвиток інженерних наук та інформаційних технологій (ІТ) у галузі генетики, штучного інтелекту, робототехніки, нанотехнологій, технологій 3D друку та біотехнологій, що доповнюють одна одну, прискорює процеси інновацій майже у всіх галузях промисловості [1]. Ці процеси революційних змін у технологіях виробництва закладають основу для індустріальної революції більш складної ніж відбувалися в попередні десятиліття. «Розумні» системи – будинки, підприємства, міста – призведуть до революційних змін, починаючи від систем управління до форм взаємодії між працівниками та питань безпеки [32]. Зазначені зміни одночасно продукують, з одного боку, нові перспективи у сфері виробництва і трудових відносин, з другого – приводять до виникнення нових викликів та необхідності підвищення рівня конкурентоспроможності як підприємств, так і країни в цілому. Слід відмітити, що Україна продовжує втрачати позиції в глобальному рейтингу країн світу за показником економічної конкурентоспроможності. Так, за опублікованим Всесвітнім економічним форумом індексом глобальної конкурентоспроможності 2016–2017, Україна посіла 85-е місце серед 138 країн світу, втративши за рік шість позицій.

Згідно з дослідженням Україна погіршила свої позиції у семи з дванадцяти основних показників. Найбільше падіння (17 пунктів) відбувається за складовою «ефективність ринку праці», дев'ять пунктів втрачено за показниками, що характеризують розвиток соціально-економічної складової, представленою продуктивністю праці, яка складає 20 – 30 % від продуктивності праці промислово розвинених країн.

Зміни бізнес-моделей та майже повна їх перебудова істотно впливатимуть на ринок професійної діяльності наступних 5–10 років. Більша частина характерних показників або маркерів індустріальної трансформації, які позначаються на розвитку промисловості, відчутно впливатимуть на професійну діяльність і спонукатимуть до інтенсивного виникнення нових видів професійної діяльності та змінення або повного зникнення існуючих і, як наслідок, змінюватимуть концепції управління ресурсами підприємств, у тому числі людськими [2]. Основні зміни відбудуться у сфері продуктивності праці, яка визначається низкою факторів, в тому числі гнучкістю заробітної плати, яка в Україні формується виключно за тарифними моделями. В той же час в країнах, в яких цей показник оцінено високо (більше 100 пунктів), поряд з невеликою кількістю тарифних систем використовуються бально-факторні моделі та системи оплати праці, які формуються відповідно до оцінок складності робіт.

Таким чином, перехід до нових моделей подання професійної діяльності і відповідно систем оплати праці, дозволить істотно підвищити показники, які є визначальними в індексі глобальної конкурентоспроможності. Питання лежить в площині законодавчого та науково-прикладного регулювання.

Так, відповідно до законопроекту від 15.09.2016 р. № 5130 «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України» вносяться зміни в низку законодавчих актів щодо оцінювання та провадження професійної діяльності. Найсуттєвіша зміна відповідно до ст.96 Кодексу законів про працю України, передбачає розширення систем оплати праці та перехід від тарифних підходів до інших, які формуються на оцінках складності виконуваних робіт і кваліфікації працівників, тобто йдеться про аналітичне оцінювання професійної діяльності.

Слід зазначити, що натепер відсутні теоретичні та методологічні основи як щодо формалізованого опису, моделювання та класифікації професійної діяльності, так і безпосередньо до аналітичного оцінювання складності робіт у межах такої діяльності, що робить майже неможливим як систематизоване збирання інформації, так і її оброблення за допомогою ІТ. Бракує також методів розроблення ІТ та програмного забезпечення для збирання, оброблення, побудови моделей та аналізу професійної діяльності, що, у свою чергу, зумовлено нестачею формалізованих моделей.

Еволюція концепції управління ресурсами, зокрема людськими [26], як чітке відображення еволюції наукових та суспільних поглядів у межах індустріальної революції на роль людини у виробничому процесі дає підґрунтя для подальшого розвитку інформаційних систем (ІС) управління ресурсами підприємств у напрямку створення розподіленого інформаційного робочого простору з віддаленим доступом користувачів ІС до корпоративних баз даних (БД) та знань і переходу на нагромаджувальний облік робочого часу проектних груп за допомогою ІТ.

З погляду ІТ інтенсивного розвитку набуває концепція ESS (Employee Self-Service), тобто розширення можливостей робітників управляти персональною інформацією та отримувати всю необхідну інформацію самостійно, використовуючи доступ до ІС управління ресурсами. Концепція передбачає передачу частини функцій підприємства щодо взаємодії зі співробітниками самим співробітникам з метою пришвидшення обміну та оброблення інформації. Таким чином, зміни в парадигми управління підприємством в майбутні 5 – 10 років у частині ІТ будуть визначати такі регулюючі закономірності, як активний розвиток хмарних технологій та технологій SaaS (Software as a Service) і ESS з метою забезпечення можливості практичної реалізації нових моделей професійної діяльності.

Проблемам теоретичного та методологічного розвитку аналітичного оцінювання професійної діяльності присвячені праці вітчизняних та зарубіжних учених, таких як С. М. Іванова, Б. З. Мільнера, В. М. Петрова, С. М. Пригожина, Дж. Маккорміка, Ф. Тейлора, Р. Харві, С. Файна. Очевидним є той факт, що розглянуті теоретичні методи аналізу робіт не є стандартизовані, а використовують певні моделі, які відображають парадигму розвитку принципів управління кадровими ресурсами підприємства. Оцінка сучасного стану методів і інструментальних засобів побудови інтелектуальних систем аналітичного

оцінювання професійної діяльності та перспектив їх розвитку [3, 4] дозволяє зробити висновки про відсутність методів, методик та технологій побудови ІТ аналітичного оцінювання професійної діяльності, які могли б описувати професії будь-якої галузі промисловості та використовуватися для класифікації й оцінювання нових професій і робіт, які виникають в період сучасного інтенсивного розвитку нових форм організації виробництва та бізнесу.

Існує декілька структурних моделей у форматі спрощеного графічного опису професійної діяльності, які дають уявлення про набір загальних факторів, що описують основні функціональні області в її змісті [30].

Особливістю розглянутих моделей є їх орієнтація на моделювання певних видів професійної діяльності, що суттєво обмежує можливість їх застосування для широкого кола професій, тобто не виконується одна із загальних вимог до моделей – універсальність. Один зі шляхів вирішення питання універсальності – це визначення мінімальної та необхідної кількості факторів моделі та їх характеристик за умови збереження змісту професійної діяльності тобто адекватності моделі. Другий – збільшення кількості характеристик, які описуються за допомогою різних шкал оцінювання, включаючи лінгвістичні змінні (ЛЗ), подані нечіткими множинами (НМ), що призводить до ускладнення моделі та підвищення необхідної обчислювальної потужності для реалізації алгоритмів машини логічного виводу в середовищі продуктивних мов програмування. Отже, розроблення методології створення ІТ аналітичного оцінювання професійної діяльності передбачає передусім вирішення суперечності між універсальністю моделі предметної області з мінімальною і необхідною кількістю структурних елементів та адекватністю, яка визначається також можливостями алгоритмічної реалізації моделей та баз знань у відповідних ІТ. Очевидно, існує оптимальне рішення з погляду одночасного забезпечення адекватності і універсальності моделі з погляду мінімізації кількості її структурних елементів. Таким чином, **науково-прикладна проблема**, яка вирішується в межах дисертаційної роботи, може бути сформульована так: узагальнення та розвиток теоретичних і методологічних основ розроблення ІТ аналітичного оцінювання професійної діяльності, які будуть охоплювати всі явища та процеси предметної галузі, відповідно до вимог повноти та несуперечності теорії.

Зв'язок роботи з науковими програмами та темами. Дисертаційна робота виконувалась відповідно до планів держбюджетних тем Національного авіаційного університету (м. Київ), а саме: держбюджетної науково-дослідної роботи за темою 862-ДБ13 «Основи інтеграції процесів автоматизації технічної підготовки, планування та оперативного управління виробництвом (авіаційним і машинобудівним) на базі PLM-технологій» (№ державної реєстрації 0113U000081); держбюджетної науково-дослідної роботи за темою №1059-ДБ16 «Теоретичні основи, методи і технології прискореної технічної підготовки та виробництва конкурентоспроможних виробів машинобудування» (№ державної реєстрації 0116U004635), в яких автором розглянуто

питання формалізації та подання знань про зміст виробничих процесів; моделі їх даних, необхідних для інформаційного обміну між ІС підприємства в процесі опису методів та засобів виконання операцій як факторів моделі професійної діяльності; розглянуто алгоритми аналізу та оцінювання змісту технологічної підготовки; здійснена постановка завдання прийняття управлінських рішень з погляду їх моделей.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є підвищення ефективності використання трудового потенціалу, продуктивності праці та загального індексу конкурентоспроможності країни шляхом усунення суперечностей в існуючих оцінних рівнях складності різних видів професійної діяльності за допомогою створення теоретичних і методологічних основ розроблення нових ІТ аналітичного оцінювання професійної діяльності. Поставлена мета досягається за допомогою вирішення таких взаємопов'язаних завдань дослідження:

1. Аналіз існуючих теоретичних, методологічних та практичних рішень щодо розроблення ІТ і систем аналітичного оцінювання складності робіт з метою обґрунтування науково-прикладної проблеми, об'єкта, предмета, мети і завдань дослідження.

2. Розроблення моделі професійної діяльності та структуризація інформаційних процесів оцінювання складності виконуваних робіт на основі параметричного дослідження структурних елементів моделі з метою редукції даних та визначення їх необхідної і достатньої кількості та величини і напряму взаємного впливу.

3. Розроблення методу графічного аналізу професійної діяльності, поданої взаємопов'язаними операціями, який розглядає діяльність як складну відкриту соціотехнічну систему і враховує характер виконуваних робіт (операцій) з погляду ступеня однорідності.

4. Розроблення методу аналізу слабоструктурованих даних структурних елементів моделі професійної діяльності, що дозволить істотно розширити межі моделювання та забезпечити універсальність моделі.

5. Розроблення методу аналітичного оцінювання професійної діяльності, шляхом інтеграції розроблених структурних, інформаційних моделей і методів аналізу даних для забезпечення оцінювання професій незалежно від галузі промисловості.

6. Розроблення правил подання знань та їх баз, форматів обміну інформацією для інтеграції інтелектуальної ІТ аналітичного оцінювання з державними класифікаторами, стандартами, БД, базами знань та ІС управління ресурсами підприємства.

7. Створення теоретичних та методологічних основ розроблення інтелектуальної ІТ аналітичного оцінювання, які дозволять на практиці реалізовувати розроблені методи аналізу та аналітичного оцінювання будь-якої професійної діяльності.

8. Розроблення критерію якості кластеризації видів професійної діяльності для оцінювання адекватності розроблених моделей і методів.

9. Запровадження в практику результатів проведених досліджень зі створення інтелектуальної ІТ аналітичного оцінювання професійної діяльності у всіх галузях промисловості для всіх груп професій за Державним класифікатором професій.

Об'єкт дослідження – процеси опису, аналізу, класифікації та аналітичного оцінювання існуючих та нових видів професійної діяльності.

Предмет дослідження – моделі, методи та ІТ аналітичного оцінювання професійної діяльності.

Методи дослідження. Для вирішення завдань використовувалися: метод експертного оцінювання (у процесі оцінювання характеристик роботи); параметричні та непараметричні методи математичної статистики; теорія графів для побудови графічної моделі та методу графічного аналізу даних; теорія нечітких множин для розроблення методу аналізу слабоструктурованих даних; метод проектування баз даних ІЕ (Information Engineering) – для розроблення інфологічних моделей БД; компонентна технологія проектування програмних систем (побудова структури ІТ та розроблення програмного забезпечення).

Наукова новизна отриманих результатів полягає в такому:

– уперше розроблено теоретичні та методологічні основи побудови інтелектуальних ІТ аналітичного оцінювання професійної діяльності з використанням нових моделей та методів, які забезпечили автоматизацію інформаційних процесів аналізу та оцінювання видів професійної діяльності не залежно від професійної орієнтації та виду економічної діяльності, що дозволяє створити єдине комплексне вирішення зазначеної науково-прикладної проблеми;

– уперше розроблено моделі професійної діяльності, які на відміну від існуючих, побудовані на визначених базових структурних елементах та оцінних шкалах вимірювання атрибутів сутностей в анотації «сутність – зв'язок», що на відміну від існуючих підходів, дозволило розрахувати силу та напрям взаємного впливу елементів моделі та здійснити редукцію даних;

– уперше розроблено метод графічного аналізу даних професійної діяльності в завданнях аналітичного оцінювання, що дало змогу розглянути її як систему взаємопов'язаних операцій та розрахувати характеристики однорідності, кластеризації та щільності, які взагалі не розглядалися в існуючих методах, що істотно обмежувало точність оцінювання робіт та їх ранжування;

– уперше розроблено метод аналізу даних слабоструктурованих елементів інформаційної моделі, що дозволило описати низку сутностей у вигляді ЛЗ та ввести їх у модель, розширивши деталізацію опису та межі моделювання, що було суттєвим обмеженням існуючих методів;

– уперше розроблено метод аналітичного оцінювання професійної діяльності як систематизовану сукупність кроків подання даних та їх оброблення шляхом інтеграції розроблених моделей та методів, що дало

змогу здійснити оцінювання видів професійної діяльності усіх галузей вітчизняної промисловості;

– уперше розроблено критерій оцінювання якості кластеризації видів професійної діяльності, що надало можливість оцінити адекватність розроблених моделей та методів шляхом моделювання видів професійної діяльності з вибірки, яка охоплювала 19 галузей промисловості та всі групи професій за Державним класифікатором професій;

– удосконалено методи визначення порогових значень активації умовних елементів правил бази знань інтелектуальної системи, що дозволило реалізувати метод аналізу слабоструктурованих даних моделей предметної області;

– дістали подальшого розвитку методи інтеграції ІТ аналітичного оцінювання з державними класифікаторами, стандартами, базами даних та ІС управління ресурсами підприємства, що дозволило формалізувати структуру інфологічних (концептуальних) баз даних та форматів обміну інформацією.

– дістали подальшого розвитку теоретичні підходи до розроблення моделі професійної діяльності в частині визначення універсальних для всіх видів професій та робіт характеристик, що надало можливість однозначно описувати інформацію про професію (роботу) не залежно від її професійної орієнтації та виду економічної діяльності.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що створені методологічні основи розроблення інтелектуальних ІТ аналітичного оцінювання професійної діяльності, розроблене алгоритмічне, інформаційне, та методичне забезпечення дозволяють вирішувати практичні задачі класифікації як існуючих, так і нових видів робіт та професій незалежно від професійної орієнтації та виду економічної діяльності, а також здійснювати оцінювання їх складності з метою переходу до нових моделей оплати праці з урахуванням державних та галузевих стандартів і БД.

Розроблене програмне забезпечення «Аналіз та оцінка роботи на промисловому підприємстві» (свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір від 10.12.2015 р. № 62879) дозволило впровадити результати досліджень на промислових підприємствах у вигляді відповідних ІС шляхом їх інтеграції з системами управління ресурсами підприємства. Результати дисертаційної роботи впроваджено в ПАТ «Сумське науково-виробниче об'єднання ім. М. В. Фрунзе», ПАТ «Мотор Січ» (м. Запоріжжя). На будівельному підприємстві Фірма «Т.М.М.»-ТОВ (м. Київ) в результаті впровадження розробленої методології було досягнуто економічний ефект, який полягав у зменшенні на 15 % частки фонду оплати праці у загальному бюджеті підприємства з одночасним підвищенням на 20 % продуктивності праці.

Особистий внесок здобувача. Всі основні результати дисертаційних досліджень, здійснених відповідно до мети та завдань, одержані здобувачем самостійно. Автору особисто належить розроблення методології аналітичного оцінювання професійної діяльності, усі наукові та практичні результати роботи.

Їх основний зміст викладений у роботах [1–40]. У роботах, опублікованих у співавторстві здобувачем виконано постановку завдання управління ефективністю виробництва з погляду складності робіт [2], розроблено принципи класифікації ІС управління людськими ресурсами [3, 28], розроблена математична модель професійної діяльності [10, 40], розроблено інформаційні моделі професійної діяльності та здійснено їх структурний аналіз [12, 15, 29, 30, 35], формалізовано методи подання та оброблення даних в експертних ІС [18, 33], розроблено принципи інтеграції виробничих даних в ІС [32], розроблено структуру БД ІС [36], отримано практичні результати оцінювання професій [38], формалізовано об'єкт та предмет дослідження [39].

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідалися й обговорювалися на таких наукових конференціях і семінарах: «Aviation in the XXI-st century. Safety in Aviation and Space Technologies»: The Sixth World congress, September 23–25, 2014 р.; «Авіа–2015»: XII міжнародній науково-технічній конференції, 28–29 квітня 2015 р., м. Київ; IV міжнародній науково-практичній конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем», 19–22 травня 2015 р., м. Чернігів; III заочній науковій конференції «Фундаментальные и прикладные исследования: интеграция в мировые наукометрические базы данных», 22 жовтня 2015 р., м. Харків; міжнародних науково-практичних конференціях молодих учених і студентів «Політ. Сучасні проблеми науки», 8–9 квітня 2015 р., 20–21 квітня 2016 р., м. Київ; II международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы обеспечения кибербезопасности и защиты информации» 24–27 февраля 2016, г. Киев, Европейский университет; Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science Dates: 23–26 February 2016, L'viv; V міжнародній науково-практичній конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем», 26–29 квітня 2016 р., м. Чернігів; 4th International conference. Methods and systems of navigation and motion control (MSNMC-2016), october 18–20, 2016, Kyiv, Ukraine; VII Всесвітньому конгресі «Авіація у XXI столітті. Безпека в авіації та космічні технології»; симпозиуми: «Інформаційні технології та системи», 19–21 вересня 2016 р., м. Київ; IV заочної наукової конференції «Фундаментальные и прикладные исследования в современной науке», 30 жовтня 2016 р., м. Харків; VII міжнародній науково-практичній конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем», 24–27 квітня 2017 р., м. Чернігів; 2nd IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies. 4–7 July, 2017, Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine; XII міжнародній науково-практичній конференції «Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС '2017», 26–29 червня 2017 р., м. Чернігів.

Публікації. Результати дисертаційних досліджень опубліковані в 25-ти наукових працях у наукових фахових виданнях, 15 з яких індексуються в міжнародних наукометричних БД, та 15 – у збірниках матеріалів наукових

конференцій. Автором отримано 3 свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір [41–43].

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з анотації, переліку умовних позначень, вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел до кожного розділу та додатків. Основний зміст дисертації складає 264 сторінки. Загальний обсяг роботи – 377 сторінок, містить 148 рисунків, 64 формули і 97 таблиць, список використаних джерел із 227 найменувань на 24 сторінках, 11 додатків на 74 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дослідження та наукових завдань; наведено інформацію про зв'язок роботи з науковими темами; сформульовано мету й завдання дослідження; розкрито наукову новизну, практичне значення отриманих результатів та особистий внесок здобувача; наведено відомості про апробацію, публікації та впровадження результатів дослідження.

У **першому розділі** здійснено аналіз проблем подання та оброблення даних в моделях професійної діяльності, огляд та класифікація сучасних ІС управління професійною діяльністю, розглянуто теоретичні основи та суперечності розроблення ІС аналітичного оцінювання професійної діяльності, онтологія предметної галузі дослідження – глобальна схема, яка була покладена в основу концептуального аналізу структури предмету дослідження – моделей, методів та ІТ аналітичного оцінювання професійної діяльності [1, 3, 4, 28].

Уведено визначення **аналітичного оцінювання професійної діяльності**, як комплексного процесу систематичного отримання, класифікації та документування інформації, яка відноситься до конкретної діяльності, з подальшою її класифікацією та оцінюванням за визначеним набором параметрів (характеристик). Також в роботі використовується поняття – **аналіз діяльності (роботи)** – термін, який знайшов широке поширення в закордонних наукових колах [5].

Професійна діяльність розглядається як прикладення зусиль та застосування знань, умінь і навиків для досягнення цілей організації. Змістове аналітичне оцінювання професійної діяльності передбачає подання та оброблення кількісних даних з використанням теорії інформації та методів математичного апарату і моделювання, що передбачає розроблення ідеальної конструкції, так званої концептуальної (змістовної) моделі. Концептуальна модель використовується для формалізації меж об'єкта дослідження та потребують подальшої деталізації для переходу безпосередньо до предмету дослідження в межах відповідних структурних та функціонально-логічних (інформаційних) моделей, деталізованих до рівня, достатнього та необхідного для аналізу професійної діяльності – рівня сутностей та їх атрибутів [6, 27].

Аналітичне оцінювання професійної діяльності передбачає виділення характеристик верхнього рівня в межах структурних елементів (сутностей) моделі [6], які в свою чергу поєднують характеристики (атрибути) окремих операцій за певними ознаками. Запропонований метод виділення структурних елементів професійної діяльності та поєднання їх за чітко визначеною ознакою в групі дозволив розробити концептуальну структурну модель професійної діяльності, в якій основний акцент робиться на характеристиках сутностей та зв'язок між ними як елементами складної системи (рис. 1). Таким чином, професійна діяльність складається з визначеної в процесі поділу праці кількості послідовних або паралельних операцій та процедур, які загалом складають технологію роботи.

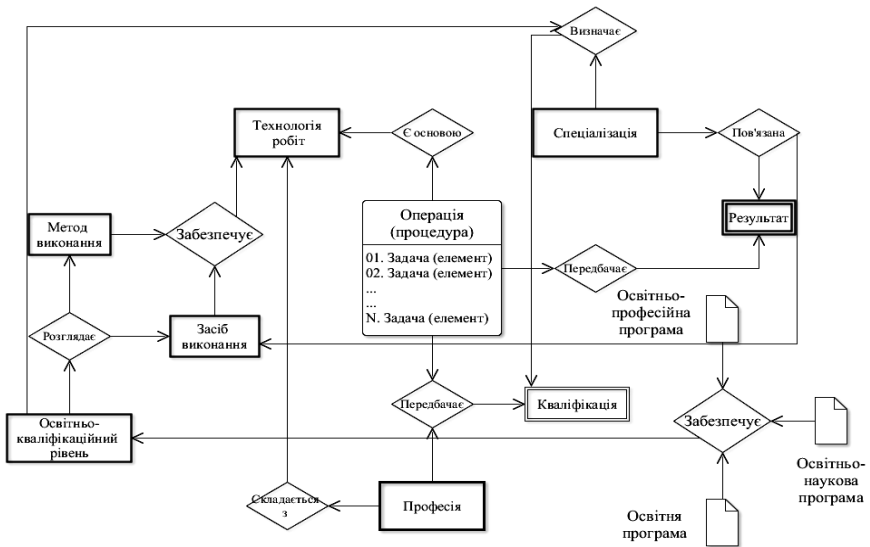


Рис. 1. Концептуальна структурна модель технології робіт

Технологія роботи – це раціональна послідовність операцій і процедур, які виконуються з використанням конкретних засобів та методів виробництва з метою впливу на об'єкт управління. Основою технології роботи є **операція** (рис. 1).

Операція – це будь-яка дія, захід (або система заходів), об'єднані єдиним задумом та спрямовані на досягнення відповідної мети. Комплекс дій, що виконуються в межах однієї операції, може складатися з кількох елементів (завдань), тому операцію можна розглядати як сукупність елементів (завдань) трудових процесів, які виконуються працівниками. **Цільова завершеність дії стосовно виконавця розглядається як основа побудови операції.**

Таким чином, **операція** (завдання) – це базовий елемент професійної діяльності, який підлягає формалізації у вигляді структурної моделі для подальшого функціонально-логічного моделювання в межах розроблення теоретичних основ аналітичного оцінювання професійної діяльності.

Узагальнена структурна модель професійної діяльності у анотації «сутність – взаємозв'язок» [6, 29] (рис. 2) описує концептуальну структуру складної соціо-технічної системи, яка використовується для подальшої деталізації шляхом параметричних досліджень.

Наукові праці вчених Wilson M., Harvey R.J, Lozada-Larsen S.R., Peterson N.G., Barman W.G, Fleishman E.A, Mumford M.D., Jeanneret P.R, Fine S.A, Wiley W.W., І.Д. Маккорміка та ін. щодо автоматизованої підтримки аналізу робіт (job analysis) були спрямовані на формалізацію визначених факторів професій, які підлягали оцінюванню. Як результат, у промислово розвинених країнах світу використовують такі ІС: PAQ, CMQ, FJA, JEI, FJAS, MOSAIC, OAI, WPS, CODAP, PMPQ, Executive Checklist, 0*NET, які умовно розділяються на два типи. Перший тип систем реалізує внесення даних про фактори роботи безпосередньо в комп'ютер. Комп'ютеризовані програми використовують в своїй роботі заздалегідь визначені правила, затверджені на підприємстві, та конвертують отримані дані у бали по кожній роботі. До даного типу відноситься програмний продукт 0*NET [3]. Другий тип систем: PAQ, CMQ, FJA, передбачає інтерактивне введення даних експертом з предметної галузі.

Дослідження ІС аналізу робіт, які набули найбільшого поширення, в основу якого покладено виділення загальних показників, які характеризують методи за певними ознаками [4, 28], дозволило зробити висновки про реалізацію доволі подібних методик, які відрізняються, як правило, деталізацією факторів робіт та особливостями реалізованих в них моделей оброблення інформації. Така ситуація з розвитком методів аналізу роботи та відповідних ІС призвела до відсутності чітко структурованої класифікації факторів професій та стандартизованих моделей і методів оцінювання професійної діяльності. З метою аналізу можливостей існуючих ІС щодо вирішення завдань аналітичного оцінювання професійної діяльності було введено систему класифікації їх функціональних блоків, виходячи з основних функціональних областей [3], що дозволило зробити висновок про відсутність ІС такого класу, які могли б описувати широке коло професій будь-якої галузі промисловості та використовуватися для класифікації та оцінювання абсолютно нових професій і робіт, які виникають в період сучасної технологічної революції. Теоретичні та методологічні основи аналітичного оцінювання професійної діяльності включають в себе систему принципів і методів організації та побудови теорії і практики аналітичного оцінювання, а також вчення про саму систему.

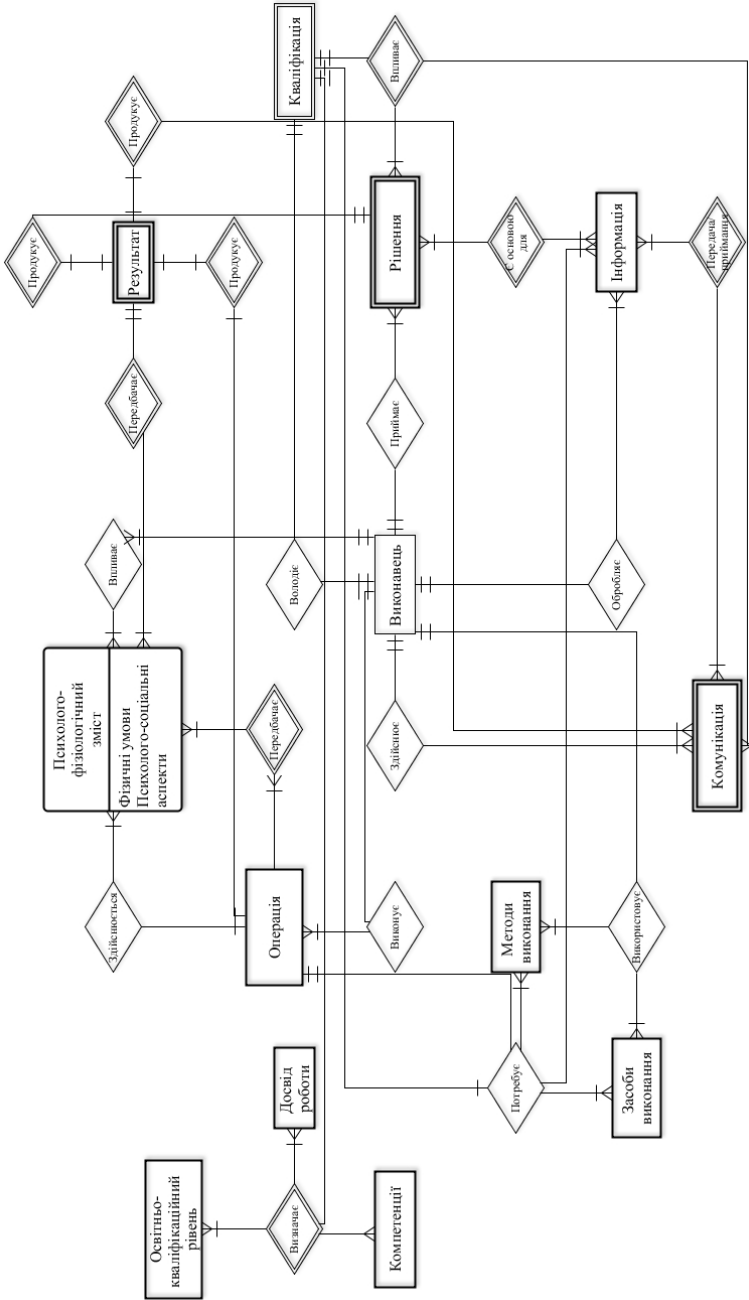


Рис. 2. Структурна модель професійної діяльності в анотації «сутність – взаємозв’язок»

Методологія передбачає поєднання методів та стратегій дослідження, а також певні гіпотези та ідеї, які мають бути уточнені та підтверджені відповідними дослідженнями:

1. Передбачається, що в будь-якій професії можливо виділити та оцінити набір загальних факторів, які описують основні функціональні області в її змісті, що дозволить забезпечити вимогу універсальності моделі діяльності.
2. Принципово можливо виділити мінімальну і достатню для забезпечення адекватності моделі кількість її структурних елементів.
3. Передбачається, що подання професійної діяльності у вигляді графу (графічної моделі) дозволить дослідити її як систему взаємопов'язаних операцій та розрахувати їх вагові характеристики.
4. Передбачається, що використання методів теорії НМ для опису слабоструктурованих елементів моделі (факторів, характеристик), дозволить забезпечити її універсальність шляхом розширення меж моделювання.

Висунуті гіпотези відповідають вимогам спроможності, зокрема пояснюють всі явища та процеси, для аналізу яких вони висувалися; можуть описувати більш широкий клас явищ та процесів (нових видів професійної діяльності) та є принципово простими.

Другий розділ роботи присвячений розробці структурної та функціонально-логічної (інформаційної) моделей професійної діяльності з метою переходу до формальної моделі (математичного опису) предмету дослідження та розробленню методу графічного аналізу професійної діяльності. Основні припущення під час розроблення моделей були описані першою та другою гіпотезами.

Моделювання комунікацій в професійній діяльності розглядалося з погляду видів, що є об'єктом дослідження лінгвістичної теорії, де суб'єктом виступає людина, що надало можливість увести в модель базові стандартизовані поняття: спілкування, комунікація, інформаційний обмін, комунікативний простір та поєднати зазначені сутності в однієї інформаційній моделі [7]. Розроблення моделі процесу прийняття рішення здійснювалося з погляду характеристик самого процесу в частині об'єктів, суб'єктів, складності, визначеності методів та інструментальних засобів тощо, що дозволило чітко описати саме об'єкт дослідження – процес, а не методи прийняття рішень, з погляду пошуку альтернатив, що є предметом загальної теорії прийняття рішень [8, 9].

Аналітичне оцінювання професійної діяльності базується на аналізі та оцінюванні чітко формалізованих характеристик операцій (завдань), які виконує працівник в межах своїх обов'язків і відповідальності. Характеристики операцій (завдань) формалізуються винятково за допомогою структурного моделювання з подальшою деталізацією основних атрибутів в межах функціонально-логічної (інформаційної) моделі, основне припущення під час розроблення якої, подане гіпотезою 2.

Функціонально-логічна (інформаційна) модель (рис. 3) – модель об'єкта дослідження, подана у вигляді інформації, яка описує суттєві для даного розгляду структурні елементи s_e та змінні величини об'єкта, характеристики елементів (a_{ij}) , зв'язки між ними, входи та виходи об'єкта, що дозволяє через подачу інформації про зміну вхідних величин моделювати можливі стани об'єкта, тобто класифікувати вид професійної діяльності та здійснити її оцінювання за допомогою аналітичних методів [9, 10, 40].

Таким чином, концептуальна структура предметної області S_k може бути подана множиною $S_{e_j} \{s_{e_j}\}_{j=1, \overline{j}}$ структурних елементів, кожний з яких описаний базовими характеристиками.

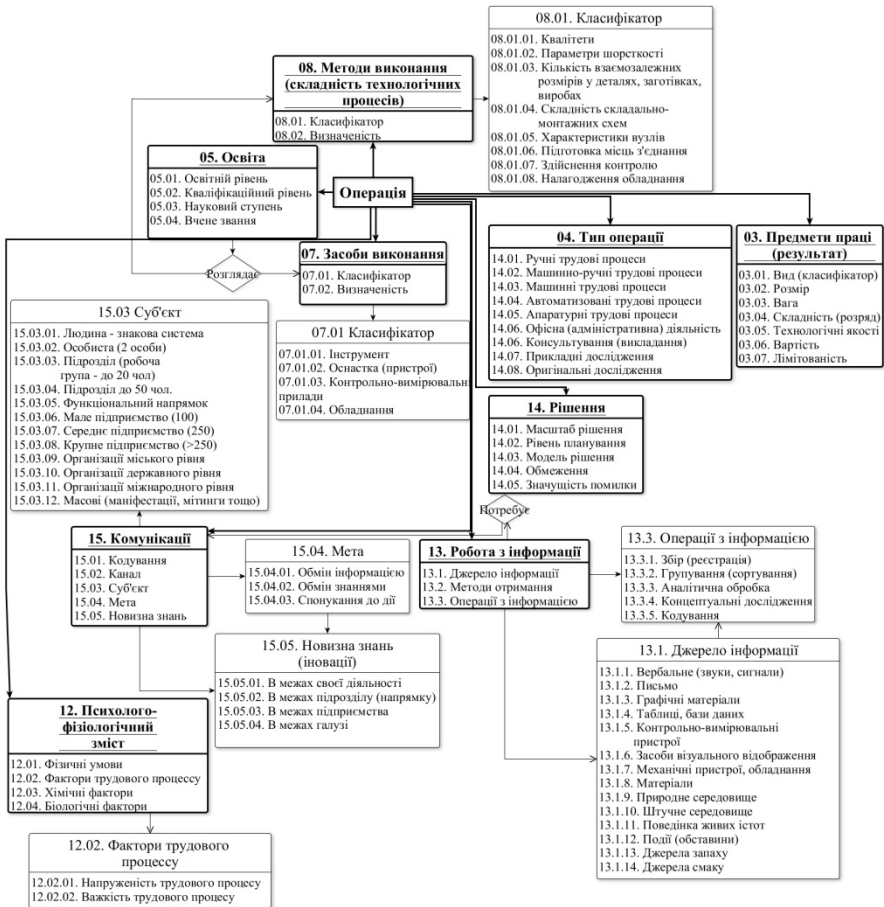


Рис. 3. Фрагмент функціонально-логічної моделі професійної діяльності

Основною метою математичного моделювання професійної діяльності є дослідження структурних елементів її моделі шляхом їх опису за допомогою математичних співвідношень. У загальному вигляді характеристики структурних елементів моделі професійної діяльності можуть бути подані матрицею A розмірності $n \times k$ (1) [10]:

$$A(a_{ij})_{\substack{i=\overline{1,n} \\ j=\overline{1,k}}} = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1k} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & \dots & a_{nk} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

де a_{nk} – оцінка атрибута сутності;

n – кількість операцій (завдань) в межах професійної діяльності;

k – кількість атрибутів, які описують сутності моделі.

Відповідно, структурні елементи факторів моделі можуть бути описані матрицями (2):

$$S_{e_j}(s_{e_j})_{j=\overline{1,k}} = (s_{e_1} \dots s_{e_k})^T. \quad (2)$$

Кожний структурний елемент s_{e_j} моделі професійної діяльності розраховується як середнє значення оцінок за кожною операцією з відповідними ваговими коефіцієнтами (3):

$$s_{e_j} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \omega_i \tilde{a}_{ij}, \quad (3)$$

де ω_i – ваговий коефіцієнт кожної операції;

Оскільки оцінка операцій розраховується з використанням відносних шкал, необхідний перехід від порядкових шкал оцінок атрибутів здійснюється за:

$$\tilde{a}_{ij} = \frac{a_{ij}}{a_{ij_{\max}}},$$

де $a_{ij_{\max}}$ – максимальне значення оцінки i -го атрибуту.

Вагові коефіцієнти операцій професійної діяльності подані матрицею (4):

$$\bar{W} = (\bar{\omega}_i)_{i=\overline{1,n}} = (\bar{\omega}_1, \dots, \bar{\omega}_n). \quad (4)$$

З урахуванням (1), (2), (4) вираз (3) набуде вигляду (5):

$$s_{e_j} = \frac{(\bar{\omega}_i)_{i=\overline{1,n}} \cdot (\tilde{a}_{ij})_{\substack{i=\overline{1,n} \\ j=j(s_e)}}^T}{n}, \quad (5)$$

де $\bar{\omega}_i$ – середній індекс ваги операції, розраховується як середнє значення його складових.

З метою урахування ваги кожного фактору F_m уведено вагові коефіцієнти факторів моделі (6):

$$K_f \left(k_{f_m} \right)_{m=\overline{1,m}} = \left(k_{f_1} \dots k_{f_m} \right). \quad (6)$$

Оцінка за кожним фактором розраховується як сума відповідних оцінок структурних елементів, які в нього входять та враховуючи (5) може бути подана (7):

$$F_m = (f_m)_{m=\overline{1,m}} = \sum_{j=1}^k S_{e_{jm}}. \quad (7)$$

Кількісна оцінка професійної діяльності з урахуванням (6) та (7) може бути подана добутком відповідних матриць (8):

$$E_A = (f_m)_{m=\overline{1,m}} \cdot \left(k_{f_m} \right)_{m=\overline{1,m}}^T. \quad (8)$$

Кожна операція (завдання) оцінюється шляхом додавання оцінок за всіма структурними елементами для даної операції та з урахуванням (6) та (7) може бути подана (9):

$$E_{o_i=1..n} = \left(f_{m_i} \right)_{m=\overline{1,m}} \cdot \left(k_{f_m} \right)_{m=\overline{1,m}}^T. \quad (9)$$

Вагові коефіцієнти операцій $(\omega_i)_{i=\overline{1,n}}$ розглядаються в межах розроблення відповідних методів аналізу даних оскільки подані як структурованими, так і слабоструктурованими параметрами.

Виходячи з характеристик параметрів, модель професійної діяльності є детермінованою, дискретною та стаціонарною, оскільки описує сталий стан системи тільки для дискретних значень її змінних (атрибутів). Уперше в модель уведено розрахунок вагових коефіцієнтів кожної операції, що істотно знизило вплив операцій, які займають невелику частку в загальному фонді робочого часу, на загальну оцінку професійної діяльності [40].

Подальше дослідження передбачало розгляд професійної діяльності на рівні сукупності взаємопов'язаних операцій, які можуть бути описані за допомогою графу, в якому V – множина операцій, а E – множина зв'язків між ними, розвиваючи ідею, висунуту в гіпотезі 3. Професійна діяльність описується неорієнтованим графом, який подано матрицями суміжності $A_a = [a_{ij}]$ та інцидентності $B = [b_{ij}]$ [11], аналіз яких дозволяє виявляти основні характеристики операції ω_{k_i} (10 – 13): коефіцієнти важливості, ранжування (на рис.4 друга та третя цифри) та кластеризації, які істотно впливають на діяльність в цілому.

Коефіцієнт кластеризації – відображає наскільки операції схильні створювати зв'язок, якщо вони з'єднані через третю операцію, C_i (10):

$$C_i = \frac{2 \left| \left\{ e_{jk} : v_j, v_k \in N_i, e_{jk} \in E \right\} \right|}{k_i(k_i - 1)}, \quad (10)$$

де k_i – кількість операцій з множини сусідніх операцій:

$$N_i = \{v_j : e_{ij} \in E \vee e_{ji} \in E\}.$$

Вага операції на основі зв'язків – розрахунок ваги операції на основі її зв'язків в межах діяльності – рекурсивна характеристика, яка визначає вплив операції на діяльність в цілому, x_i (11):

$$x_i = \frac{1}{\lambda} \sum_{j \in G} a_{ij} x_j, \quad (11)$$

де λ – константа.

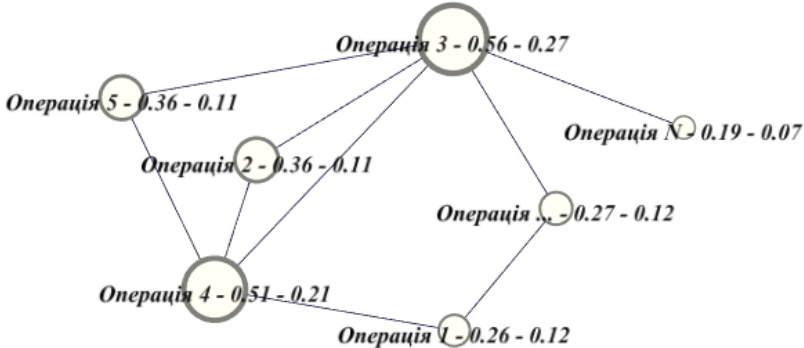


Рис. 4. Граф професійної діяльності

Важливість операції з погляду комутаційної функції (знаходиться на коротшому між двома іншими операціями шляху) $C_D(v)$ (12):

$$C_D(v) = \sum_{i \neq v \neq j \in V} \frac{\sigma_{ij}(v)}{\sigma_{ij}}, \quad (12)$$

де σ_{ij} – загальна кількість найкоротших шляхів між операціями i, j ;

$\sigma_{ij}(v)$ – кількість найкоротших шляхів, які проходять через операцію v .

Важливість операції з погляду мінімальної середньої відстані до інших операцій $C_L(v_i)$ (13):

$$C_L(v_i) = \sum_j \frac{1}{d(v_j, v_i)}, \quad (13)$$

де $d(v_j, v_i)$ – відстань між операціями v_j, v_i .

Окрім характеристик кожної операції, професійна діяльність має загальні характеристики – щільність (D) і середній коефіцієнт кластеризації \bar{C}_c , які використовуються під час її ранжування. Щільність характеризує однорідність виконуваних операцій, тобто наскільки вони пов'язані між собою. Середній коефіцієнт кластеризації діяльності розраховується як

середнє значення коефіцієнтів кластеризації кожної операції (10).

Використання коефіцієнту кластеризації операцій C_i в індексу їх ваги повинно здійснюватися після ранжування отриманих характеристик за показником якості кластеризації. В завданнях аналітичного оцінювання необхідно використовувати нормалізовану взаємну інформацію – інформаційний критерій для порівняння двох угруповань у зв'язку з невеликою за масштабами графічною моделлю. Критерій передбачає уведення метрики на угрупованнях вершин та розрахунок відстані між істинними та отриманими розбиттями. В якості міри відмінності використовується нормалізована загальна інформація (14):

$$I_N = \frac{2(H(X) - H(X|Y))}{H(X) + H(Y)}, \quad (14)$$

де $H(X)$ – ентропія розподілення X ;

$H(X|Y)$ – умовна ентропія;

X, Y – ймовірні величини (розподілення міток x, y спільнот), які мають спільне розподілення $\frac{n_{x,y}}{n}$, з загальною кількістю операцій n .

Задача виділення спільнот операцій в професійній діяльності зводиться до пошуку таких C_i , які максимізують значення критерію (14).

Розроблений метод графічного аналізу професійної діяльності направлений на вирішення задачі оцінювання характеристик кожної операції як структурного елементу складної системи «професійна діяльність» (рис. 5).

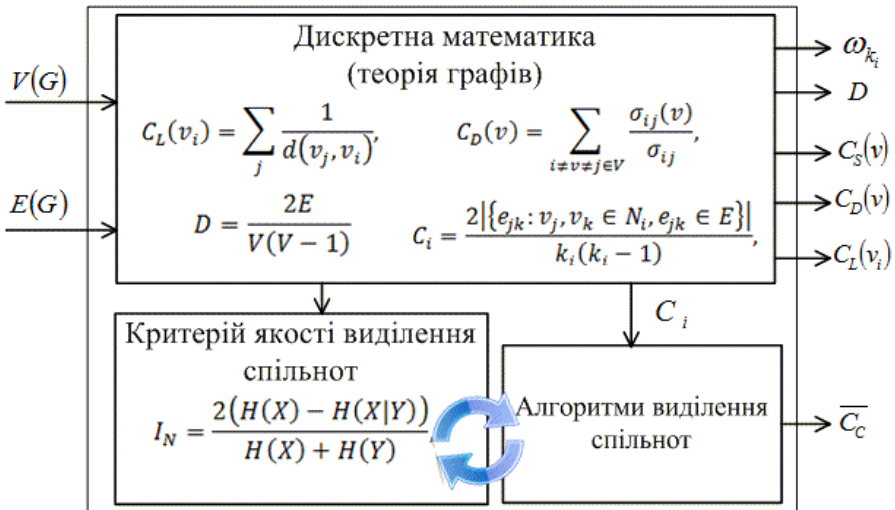


Рис. 5. Структурна схема методу графічного аналізу

Вхідними даними метода є множини операцій та зв'язків між ними. Алгоритмічна основа методу подана дискретною математикою теорії графів, алгоритмами виділення спільнот та критерієм якості виділення угруповань операцій. Вихідні дані подані характеристиками операцій, які описують їх важливість за різними критеріями в системі професійної діяльності, та характеристиками діяльності в цілому, які описують її однорідність.

Третій розділ роботи присвячений дослідженню взаємного впливу структурних елементів моделі професійної діяльності з метою визначення їх мінімальної кількості без втрати змісту роботи та забезпечення адекватності моделі. На першому етапі, дослідження здійснювалося в межах окремих факторів для визначення величини кореляції між їх характеристиками за допомогою параметричних методів аналізу [12–14]. Попередній аналіз був розширений на наступному етапі за допомогою факторного аналізу з метою редукції даних шляхом об'єднання у загальні фактори. Третій етап передбачав канонічний аналіз, метою якого було оцінювання взаємозв'язків та напрямів впливу між атрибутами окремих факторів. Дослідження надало змогу розрахувати силу, подану коефіцієнтами кореляції, та напрям взаємодії елементів моделі професійної діяльності (рис. 6) [15, 31].

Групи з трьох чисел, розділених навіскою ризику, описують: коефіцієнт кореляції – перше число; загальну надлишковість у відсотках, яка пояснює величину дисперсії фактора взаємодії, – друге і третє числа, відповідно для першої та другої сутностей. Отримані дані про силу та напрям впливу між структурними елементами моделі дозволили перейти до розроблення продукційної моделі подання знань.

Четвертий розділ роботи присвячений створенню теоретичних основ подання знань предметної галузі у вигляді відповідних баз знань (даних), формалізації слабоструктурованих характеристик моделі професійної діяльності за допомогою теорії НМ, розробленню шаблонів продукційних правил, предикатів та алгоритмів роботи машини логічного виводу. В межах дослідження було визначено поле знань – модель знань про предметну галузь, тобто здійснено перехід від структурованих знань до їх формалізації [16, 17]. Продукційна модель знань N_p (продукції) подана коротцем (15):

$$N_p = (S_{p_d}; R_{a_p}; A^r \rightarrow A^s; R_{b_p}), \quad (15)$$

де S_{p_d} – опис класу ситуацій; R_{a_p} – умова, за якою продукція активується; $A^r \rightarrow A^s$ – ядро продукції (15); R_{b_p} – умова (дія), яку необхідно виконати після реалізації ядра (16):

$$P_t = \bigwedge_{r=1,r} A^r \rightarrow \bigwedge_{s=1,s} A^s, \quad (16)$$

де P_t – позначення продукції; t – кількість продукцій у продукційній моделі; A^r – змінний предикат (факт) від r змінних, який має назву посилки; A^s – змінний термінальний предикат від s змінних, який має назву заключення.

Вхідні змінні предикати, які описують поточний стан моделі професійної діяльності та входять до продукційної моделі виключно як посилки (17):

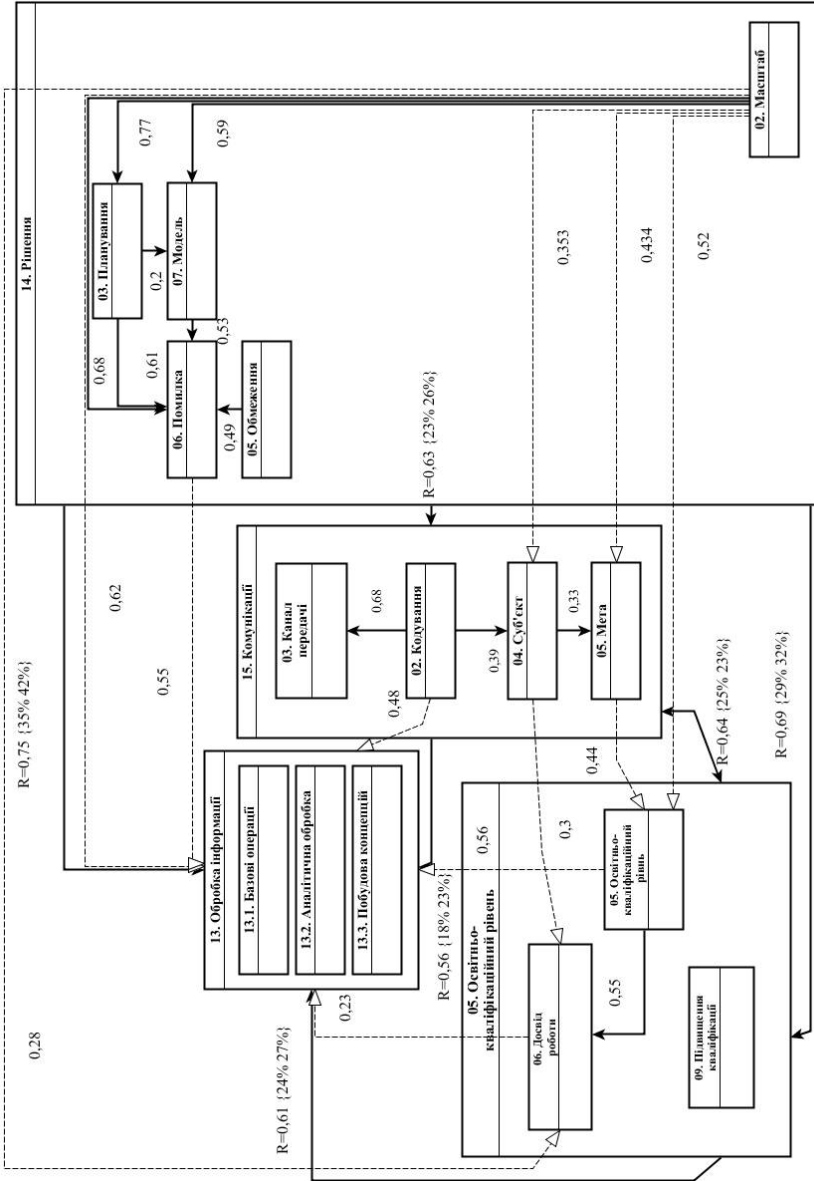


Рис. 6. Структурна схема зв'язків між сутностями моделі професійної діяльності (фрагмент)

$$A^r \left([a_{ij}]_1, [a_{ij}]_2, \dots, [a_{ij}]_r \right). \quad (17)$$

Кінцеві (термінальні) предикати, які визначають нові стани параметрів моделі та входять у продукційну модель виключно як висновки (18):

$$A^s \left([a_{ij}]_1, [a_{ij}]_2, \dots, [a_{ij}]_s \right). \quad (18)$$

Використовуючи понятійний апарат нечіткої логіки, введено НМ, які описують вхідні та термінальні предикати, визначені через функцію належності $\mu(x)$. Лінгвістичними змінними за допомогою наборів стандартизованих функцій подано слабоструктуровані параметри моделі професійної діяльності [18]. Шаплони продукцій подання знань в експертній системі з урахуванням (15–18) та синтаксису продуктивної мови програмування CLIPS [18] подані як конструкції (19):

$$P_i = \left(\begin{array}{c} \text{defrule} \langle N_p \rangle [S_{Pd}] \\ \left(\begin{array}{c} (R_{a_p}) \\ (\langle a_{ij} \rangle \langle value \rangle) \\ (...) \\ (\langle a_{ij} \rangle \langle value \rangle) \end{array} \right) \\ \Rightarrow \\ \text{assert} (\langle a_{ij} \rangle \langle value \rangle) \\ R_{b_p} \end{array} \right) \quad (19)$$

За заголовком правила ($\text{defrule} \langle name \rangle$) визначено умовні елементи (Conditional Element – CE), або LHS-rule – Left Hand Side – ліва частина правила або вхідні предикати (17). Якщо шаплони правила не входять у суперечність з активними фактами та виконується умова R_{a_p} , ядро продукції активується і переміщується з бази знань у робочий список правил машини логічного виводу [19]. Термінальна (18) частина правила подана списком дій (RHS-rule – Right Hand Side – права частина правила), які необхідно виконати у разі активації правила за допомогою оператора assert . Перехід від ЛЗ до числових значень здійснюється шляхом розрахунку центру тяжіння x_1 закону розподілення НМ на множині U оцінок (20):

$$x_1 = \frac{\int_{x \in U} x f(x) dx}{\int_{x \in U} f(x) dx}, \quad (20)$$

або за допомогою методу середнього від максимальних значень, який розраховує координату x'' , для якої досягається максимальне значення функції належності, а у разі декількох піків N розраховується середнє арифметичне всіх максимальних значень $x'' - x_2$ (21):

$$x_2 = \frac{1}{N} \sum_1^n x_n'' \quad (21)$$

Практична реалізація тестових наборів вхідних предикатів (рис. 7), які активували відповідні продукції згідно з (16) та визначили тип моделі прийняття рішення як класичний (рис. 8), підтвердила працездатність розроблених методів побудови правил функціональної структури S_f області знань [21, 22].

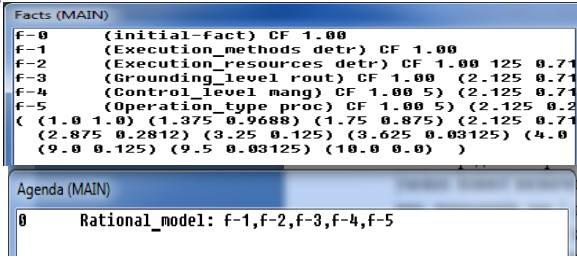


Рис. 7. Активізація правила визначення типу моделі рішення

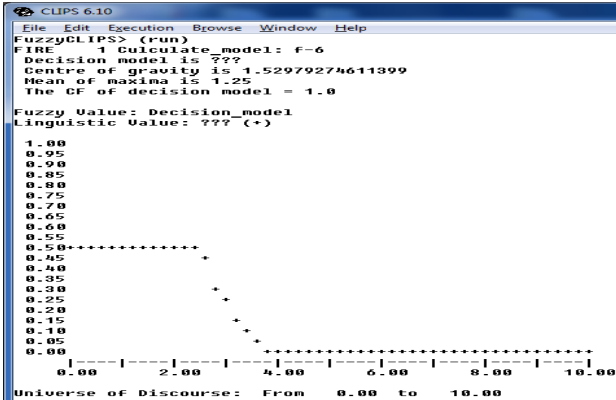


Рис. 8. Результати розрахунків оцінок моделі рішення

У межах дослідження виявлено, що широкі перетини ЛЗ, які описують характеристики структурних елементів, призводять до необхідності одночасного використання розглянутих підходів щодо числового подання ЛЗ, використовуючи розроблене правило (22):

$$P_t^{(4)} = \left(\max(x_1, x_2); \left(\frac{|x_1 - x_2|}{\min(x_1, x_2)} \geq 0,5 \right) \right) \left(\frac{|x_1 - x_2|}{2}; \left(\frac{|x_1 - x_2|}{\min(x_1, x_2)} < 0,5 \right) \right) \quad (22)$$

Метод аналізу слабоструктурованих даних (рис.9) направлений на вирішення завдання опису, розрахунків та числового подання характеристик операції, описаних слабоструктурованими параметрами. Вхідними даними для роботи алгоритмічної частини метода є характеристики структурних елементів моделі професійної діяльності та результати їх канонічного аналізу, які дозволяють визначити праві та ліві частини правил бази знань (16) експертної системи, а також порогові значення спрацювання їх умовних елементів, встановлені на рівні коефіцієнта кореляції r_{ij} не менше ніж 0,5.

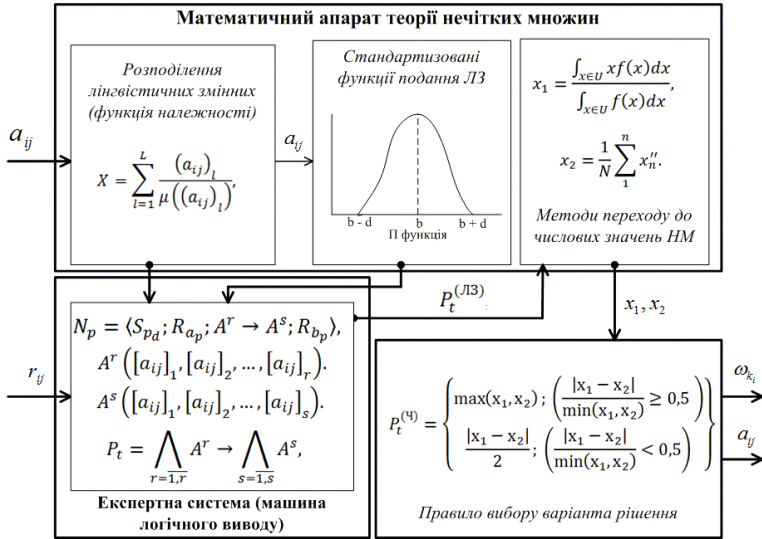


Рис. 9. Структурна схема методу аналізу слабоструктурованих даних

Алгоритмічна частина подана математичним апаратом теорії НМ, логікою роботи машини логічного виводу та правилами бази знань у вигляді продукційної моделі. Метод передбачає перехід від даних, отриманих у вигляді ЛЗ, до їх числового подання за допомогою відповідних методів (20, 21) та правила вибору варіанта рішення (22).

Алгоритмічна частина методу забезпечує автоматичне формування матриць суміжності та інцидентності на основі введених операцій та зв'язків між ними. Параметри моделі подані у вигляді НМ з використанням як функції належності, так і стандартизованими функціями розподілу характеристик. Вихідні дані методу подані характеристиками структурних елементів моделі та ваговими коефіцієнтами факторів (операцій), які розраховані за допомогою зазначеного алгоритмічного апарату.

Розроблення структур БД як сукупності структурованих даних, які описують визначені структурні елементи моделі професійної діяльності, здійснювалося відповідно до концепції, яка описує характеристики цих даних і взаємозв'язки між їх елементами [36].

У п'ятому розділі роботи подані результати розроблення структури ІТ аналітичного оцінювання професійної діяльності, архітектурні рішення ІС аналітичного оцінювання, теоретичні та практичні підходи щодо інтеграції розроблених БД та ІС з системами управління ресурсами підприємства та державними класифікаторами [37, 39], а також розроблено третій метод теорії – метод аналітичного оцінювання професійної діяльності.

Аналітичне оцінювання як ІТ розглядається з погляду поєднання технології опрацювання даних та експертних систем, яка являє сукупність методів, виробничих процесів і програмно-технічних засобів [43], інтегрованих з метою збирання, опрацювання, зберігання, поширення, демонстрації та використання інформації щодо класифікації та аналітичного оцінювання з метою прийняття управлінських рішень. Враховуючи результати досліджень функціональних структур сучасних ІС, методів та інструментальних засобів оцінювання складності робіт, теоретичних підходів щодо формалізації завдань оцінювання професійної діяльності за допомогою експертних систем, розроблено структурну схему інтелектуальної ІТ аналітичного оцінювання (рис.10), засновану на знаннях [22]. Узагальнена синтаксична структура поля знань, реалізована в межах експертної системи (рис.11), подана виразом:

$$F_k = \langle A, M, E \rangle,$$

де $A = \langle A, A_d, B \rangle$ – структура вхідних даних, які підлягають інтерпретації в системі;

$M = \langle S_k, S_f \rangle$ – модель інтерпретації даних;

S_k – концептуальна структура предметної області;

S_f – функціональна структура, яка моделює схему міркувань під час інтерпретації;

$E = \langle E_o, E_a \rangle$ – структура вихідних даних.

Концептуальна структура S_k заснована на виявленні понятійної структури предметної галузі за допомогою парадигми концептуального аналізу та принципів побудови ієрархії понять. S_k представлена структурною моделлю професійної діяльності, розробленою в рамках дослідження. S_f представлена відповідно інформаційною моделлю та правилами бази знань, механізмами її наповнення та інтеграції блоку робочої пам'яті з модулем алгоритмів роботи з сутностями, тобто інтеграція даних та алгоритмів, реалізованих на різних засадах: імперативних та декларативних мовах програмування [23].

База знань зберігає правила, які активуються машиною логічного виводу в залежності від розрахованих фактів на основі яких формуються міркування. Визначені величини кореляції r_{ij} між змінними моделі на рівні не менш ніж 0,5 визначені як порогові значення активації умовних елементів правил.

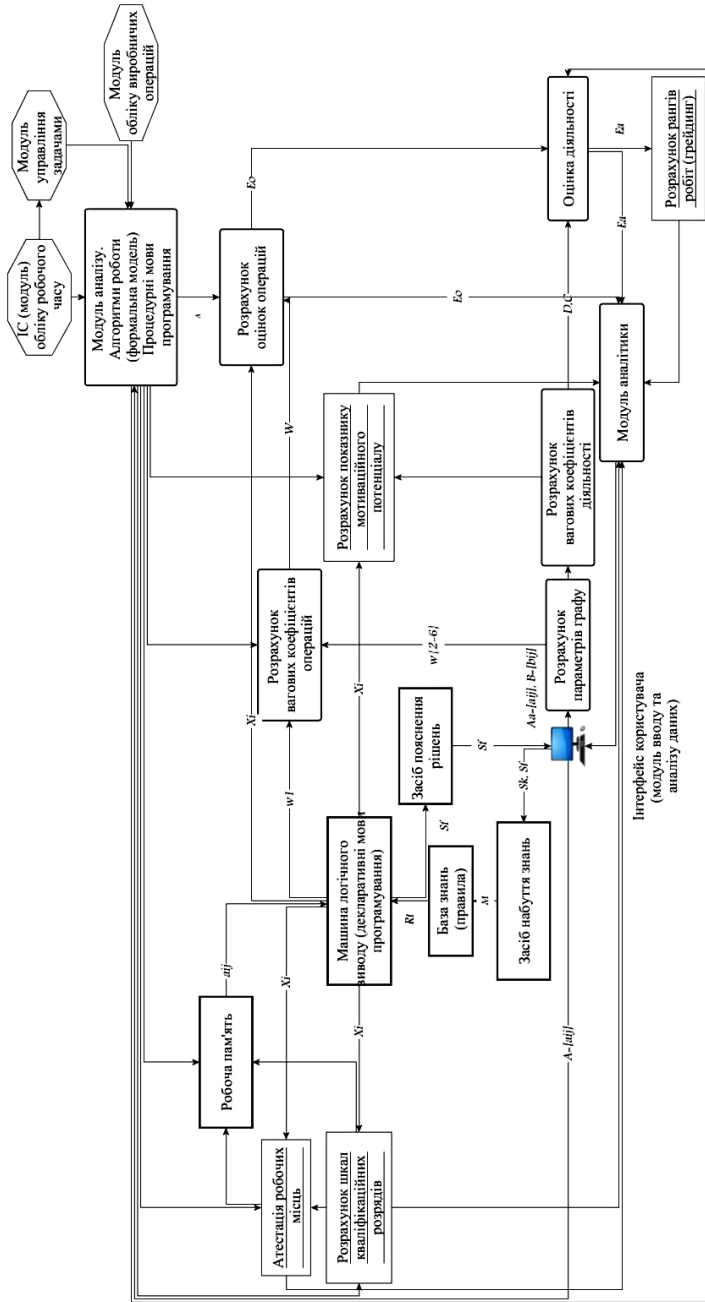


Рис. 10. Структурна схема ІТ аналітичного оцінювання професійної діяльності

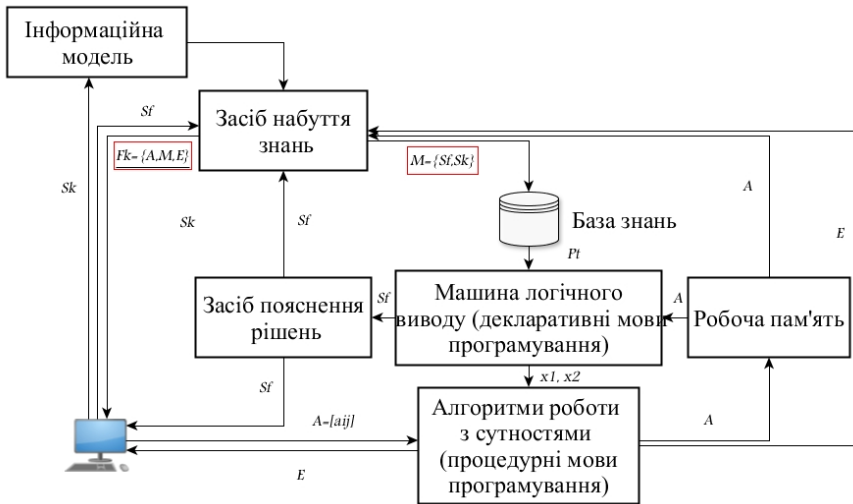


Рис. 11. Структура експертної системи аналітичного оцінювання

Експертна система, заснована на знаннях (рис. 11) [16, 33], передбачає активацію відповідних правил для визначення та розрахунку числових оцінок факторів. Розроблені та стандартизовані структури БД, як невід'ємна частина ІТ дозволили вирішити питання створення стандарту обміну даними між ІС і окремими модулями (рис. 10), які розроблялися за різними архітектурами БД та програмного забезпечення [36]. Вирішення завдання полягало в забезпеченні технологічно реалізованої можливості імпортувати та експортувати дані в стандартному форматі, що є стандартом для розроблення метаданих та інтерфейсів для регулярного обміну даними між ІС.

Розроблені теоретичні підходи щодо інтеграції ІС аналітичного оцінювання професійної діяльності з системами управління ресурсами підприємства дозволили стандартизувати документи та принципи обміну у вигляді: формату документа обміну з використанням розширеної мови розмітки – XML, Extensive Markup Language [24, 42].

Архітектура ІС розглянута як концепція, яка описує модель, структуру, функції, які виконують її структурні елементи та взаємозв'язок між ними. Такій підхід дозволив визначити 5 рівнів архітектури ІС, починаючи від технічної архітектури до архітектури бізнес процесів підприємства, які були подані структурною схемою для реалізації концепції ІТ [41].

Метод аналітичного оцінювання професійної діяльності (рис. 12) являє собою систематизацію кроків щодо оброблення характеристик операцій (діяльності) на основі формалізованих моделей в межах розроблених структур БД, баз знань за допомогою розроблених методів та алгоритмів і кількісного оцінювання професійної діяльності з погляду складності та

взаємного впливу елементів її технології з використанням розробленої математичної моделі [39].

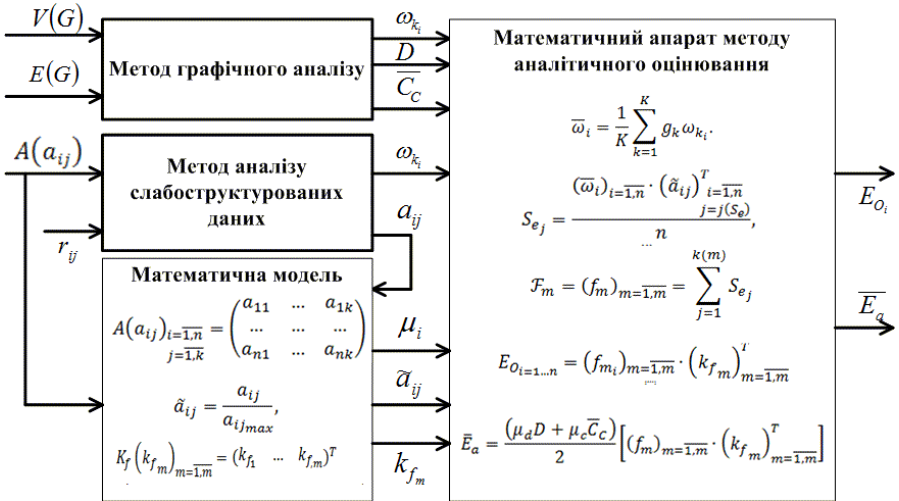


Рис. 12. Структурна схема методу аналітичного оцінювання

Індекс ваги кожної операції розраховується як середнє арифметичне значення вагових коефіцієнтів з відповідними коефіцієнтами значущості g_k поданий так (23):

$$\bar{\omega}_{i=1..n} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K g_k \omega_{ki}, \quad (23)$$

що дозволяє врахувати всі складові (10–13), розраховані за допомогою розроблених методів. Оцінка кожної професії як середнє арифметичне зважених оцінок її операцій розраховується за допомогою виразу (8), який з урахуванням щільності та середнього коефіцієнту кластеризації з відповідними ваговими коефіцієнтами μ , набуває вигляду (24):

$$\bar{E}_a = \frac{(\mu_d D + \mu_c \bar{C}_c)}{2} \left[(f_m)_{m=1..m} \cdot (k_{f_m})_{m=1..m}^T \right]. \quad (24)$$

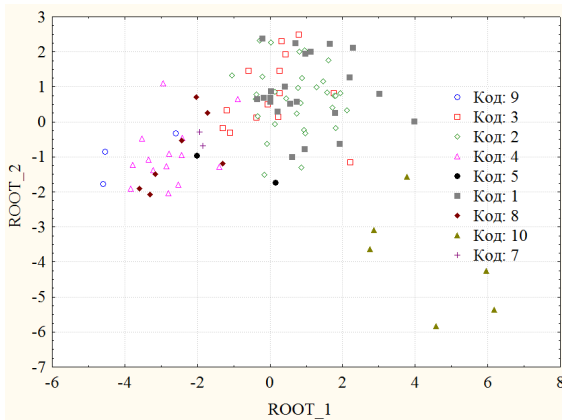
Вихідні дані розглянутих у попередньому викладені методів та моделей є вхідними для методу аналітичного оцінювання. Алгоритмічна складова методу подана математичним апаратом розрахунку оцінок операцій та діяльності в цілому, які визначають вихідні дані методу.

Особливістю реалізації методу є необхідність інтеграції даних, отриманих з використанням розроблених алгоритмів, реалізованих за допомогою алгоритмічних та продукційних мов програмування систем, тобто за різними принципами оброблення даних.

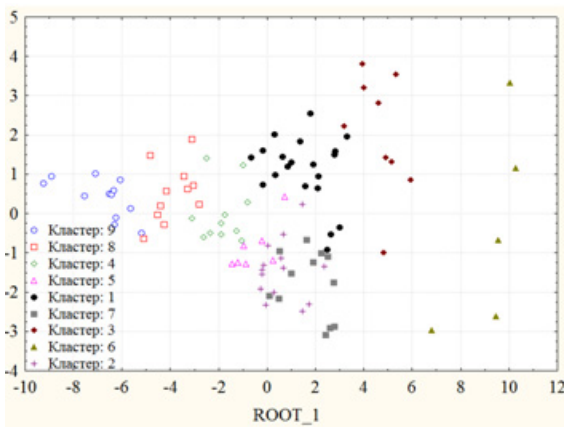
Шостий розділ роботи присвячений апробації отриманих результатів моделювання та оцінювання визначеної вибірки робіт, яка охоплювала всі

види професій за державним класифікатором з 19 галузей промисловості. Технологія аналітичного оцінювання професійної діяльності передбачає формалізацію конкретних завдань оцінювання (класифікації) та використання розробленої інструментарію щодо реалізації самої системи оцінювання. В межах дослідження було розраховано оцінки визначеної групи професій та здійснено кластерний аналіз з використанням освітньо-кваліфікаційного рівня відповідно до підходів, закладених у Державному класифікаторі професій та з використанням розробленої методології.

Графічне зображення результатів розділення професій на групи (рис. 13), отримане за допомогою діаграми розсіяння для канонічних значень пар дискримінантних функцій (коренів (root) 1, 2), дозволяє зробити висновок про більш чітку локалізацію нових та найпростіших професій (рис. 13,а).



a



б

Рис. 13. Діаграма розсіяння для канонічних значень (корінь 1 – корінь 2)

Менш чітка локалізація спостерігається для керівників та технічних службовців. Професії груп 1–3 взагалі локалізовані з мінімальними відстанями між центроїдами та частково перетинають одна одну, що говорить про те, що в групах багато спільного і розділення їх тільки за ознакою освітньо-кваліфікаційного рівня є надто спрощеним. Більш чіткі локалізації ніж у попередньому експерименті (рис. 13,б) отримані за допомогою розробленої методології [25].

Для кількісної оцінки якості кластеризації видів професійної діяльності і, як слідство адекватності моделей та методів, розроблено критерій якості кластеризації, який описує отримані угруповання видів професійної діяльності з погляду декількох основних груп характеристик: перша описує ступінь однорідності групи, друга – імовірність правильної класифікації, тобто віднесення професійної діяльності до групи подібних їй професій з певним рівнем апостеріорної імовірності.

Відстань між групами (distances between groups, D_{bg}) – характеризує якість дискримінації спостережень та ступінь неоднорідності груп. Показник представлений квадратною матрицею:

$$\bar{D}_{bg} = [d_{bg}]_{ij},$$

де $i, j \in \{1 \dots K_g\}$, K_g – кількість груп професійної діяльності.

Розгляду підлягає середнє значення введеного показника (25):

$$\bar{d}_s = \frac{1}{K_g(K_g - 1)} \sum_i^{K_g} \sum_j [d_{bg}]_{ij}, \quad (25)$$

Відсоток коректно класифікованих спостережень в кожній групі, описується класифікаційною матрицею:

$$\bar{C}_m = [c_m]_{ij}.$$

Середній відсоток коректно класифікованих спостережень у вибірці (26):

$$\bar{c}_s = \frac{1}{K_g} \sum_i^{K_g} \frac{\max_{j \in \{1 \dots K_g\}} c_{m_{ij}}}{\sum_{j=1}^{K_g} c_{m_{ij}}}. \quad (26)$$

Апостеріорна ймовірність належності до групи кожного спостереження, розраховується з урахуванням відстаней Махаланобіса та апіорних ймовірностей:

$$\bar{P}_a = [p_a]_{ij},$$

де $i \in \{1 \dots l\}$, l – кількість видів професійної діяльності у вибірці;

$j \in \{1 \dots K_g\}$ – кількість груп.

Середня апостеріорна ймовірність належності до групи кожного спостереження (27):

$$\bar{p}_a = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l \max_{j \in \{1 \dots K_g\}} [p_a]_{ij}. \quad (27)$$

У зв'язку з тим, що характеристики (25–27) мають різну природу та розмірності, використовуються відносні значення, тобто оцінюється динаміка зміни коефіцієнтів пар кластеризації зі своїми коефіцієнтами значущості a_i (28):

$$K_k = \frac{1}{3} \left(a_1 \frac{(\bar{d}_{s_1} - \bar{d}_{s_2})}{\bar{d}_{s_2}} + a_2 \frac{(\bar{c}_{s_1} - \bar{c}_{s_2})}{\bar{c}_{s_2}} + a_3 \frac{(\bar{p}_{a_1} - \bar{p}_{a_2})}{\bar{p}_{a_2}} \right) > 0. \quad (28)$$

Результати оцінки якості кластеризації тестової вибірки видів професійної діяльності за допомогою існуючих підходів та розробленої методології (табл.1) дають підстави стверджувати про збільшення показника якості кластеризації при використанні розробленої методології та відповідної інформаційної технології.

Таблиця 1

Результати кластеризації видів професійної діяльності

Характеристика	Державний класифікатор	Розроблена методологія
\bar{d}_s	21,59	55,75
	77,23	96,04
\bar{p}_a	74,12	90,21
K_k	≈ 0,68	

Розроблені теоретичні підходи та методологія аналітичного оцінювання професійної діяльності дозволили отримати практичний результат у вигляді таблиці оцінок та рангів професій (табл. 2) [39].

Таблиця 2

Оцінки та ранги видів професійної діяльності

Посада (професія)	Оцінка	Ранг	ТР ¹
Директор підприємства	13,296	14	6
Керуючий агентством торговельним	10,301	13	4
Головний технолог	9,125	12	6
Педагог-організатор	7,407	11	5
Менеджер із збуту	6,631	10	5
Інженер-будівельник	5,313	9	4
Художник-реставратор (вищої категорії)	4,784	8	4
Фахівець з управління активами (1 кат)	4,032	7	3
Друкарка редакції 1 категорія	2,650	5	2
Вантажник	1,622	3	1
Прибиральник службових приміщень	1,129	1	1

– тарифний розряд.

Додатне значення та величина критерію якості кластеризації, обумовлені збільшенням показника однорідності груп професій за введеними ознаками та підвищенням імовірності їх правильної класифікації, дають підстави стверджувати про адекватність та валідність розробленої методології та відповідних інформаційних технологій.

ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота є теоретично обґрунтованим науковим дослідженням та практичним розв'язанням актуальної науково-прикладної проблеми – узагальнення та розвиток теоретичних і методологічних основ розроблення ІТ аналітичного оцінювання професійної діяльності, які будуть охоплювати всі явища та процеси предметної галузі, відповідно до вимог повноти та несуперечності теорії. Отримані в дисертаційній роботі результати є істотним внеском у розвиток теорії та методології розроблення інтелектуальних інформаційних технологій аналітичного оцінювання професійної діяльності на основі нових моделей та методів автоматизації інформаційних процесів аналізу та оцінювання видів діяльності незалежно від професійної орієнтації та галузі промисловості.

1. Проведений системний аналіз існуючих зарубіжних методологій, концепцій, моделей та методів аналітичного оцінювання складності робіт дозволив виявити суперечність між розвитком методології управління людськими ресурсами та відсутністю єдиної системної методології розроблення інформаційних технологій аналітичного оцінювання професійної діяльності, що дозволило обґрунтувати методи та завдання дослідження.

2. Розроблення відповідних моделей, структур баз даних та знань, а також розроблення методів подання та аналізу даних, алгоритмів оброблення даних базувалося на онтологічному аналізі професійної діяльності як відкритої системи, що дозволило описати її в термінах сутностей, відношень між ними та їх перетворень у процесі здійснення аналітичного оцінювання.

3. Параметричні та непараметричні методи дослідження моделі професійної діяльності, реалізовані в межах дисертаційної роботи, дозволили виконати детальний аналіз характеристик структурних елементів (факторів) моделі, починаючи з операцій і закінчуючи в цілому видами професійної діяльності, здійснивши редукцію даних, що дало змогу вирішити суперечність між мінімальною кількістю структурних елементів та адекватністю моделі.

4. Використання загальних теорій комунікацій, прийняття рішень, оброблення інформації тощо, дозволило створити єдиний базис для всіх видів професійної діяльності та розробити математичну модель професійної діяльності.

5. Висунута в роботі гіпотеза щодо можливості виділення структурних елементів змісту професійної діяльності та об'єднання їх за визначеною ознакою в групі дозволила отримати функціонально-логічну модель профе-

сійної діяльності, у якій основний акцент зроблено на характеристики її елементів та зв'язок між ними як елементами складної системи, що на відміну від існуючих методів, надало можливість однозначно описувати інформацію про професію (роботу) незалежно від її професійної орієнтації та виду економічної діяльності.

6. Розроблений метод графічного аналізу професійної діяльності, який розглядає діяльність як складну систему взаємопов'язаних операцій з визначеними характеристиками та враховує показники однорідності, щільності та кластеризації діяльності в цілому, забезпечує збільшення точності оцінювання робіт та їх ранжування.

7. Розроблений метод аналізу даних слабоструктурованих елементів функціонально-логічної моделі, правила бази знань та принципи визначення порогових значень активації їх умовних елементів дозволили збільшити деталізацію опису професійної діяльності та межі моделювання, що було істотним обмеженням існуючих методів.

8. Розроблені структури баз даних та форматів обміну інформацією дозволили реалізувати інтеграцію ІТ аналітичного оцінювання з державними класифікаторами, стандартами, базами даних та інформаційними системами управління ресурсами підприємства.

9. Створені теоретичні та методологічні основи розроблення ІТ аналітичного оцінювання професійної діяльності поєднують технології опрацювання даних та експертних систем і являють собою сукупність методів, виробничих процесів і програмно-технічних засобів, інтегрованих з метою збирання, опрацювання, зберігання, поширення, демонстрації і використання інформації про класифікацію та аналітичну оцінку видів професійної діяльності.

10. Розроблений метод аналітичного оцінювання професійної діяльності систематизує процеси введення даних та їх оброблення з використанням декларативних і об'єктно-орієнтованих мов програмування, дозволяє отримати результати кластеризації та аналітичного оцінювання широкого кола видів професійної діяльності з чітко визначеними центроїдами груп професій, що підтвердило валідність та надійність методології.

11. Розроблений критерій якості кластеризації видів професійної діяльності дав змогу оцінити результати моделювання видів професійної діяльності з вибірки, яка охоплювала 19 галузей промисловості та всі групи професій за державним класифікатором професій та підтвердити адекватність розроблених теоретичних та методологічних основ створення інтелектуальних ІТ.

12. Центральний системоутворювальний елемент теорії аналітичного оцінювання – три методи аналізу даних, які базуються на структурній та інформаційній моделях професійної діяльності, становлять базис теорії аналітичного оцінювання і реалізовані за допомогою відповідної інформаційної технології.

13. Вимога повноти теорії аналітичного оцінювання професійної діяльності забезпечується побудовою системи класифікації за виділеними основами класифікації (характеристиками предметної галузі моделювання) і дослідженням усіх створених угруповань.

14. Несуперечність теорії досягається логічною і послідовною побудовою структурної, інформаційної моделей та відповідних методів подання та оброблення даних, які формують методологію аналітичного оцінювання та структуру інтелектуальної ІТ.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Заріцький О. В. Концепція перспективних інформаційних кадрових систем / О. В. Заріцький // Вісн. Черніг. держ. технол. ун-ту. Серія «Технічні науки»: зб. наук. пр. – 2015. – № 2(2). – С. 116–123. – Бібліогр.: 10 назв.

2. Павленко П. М. Інформаційна технологія управління ефективністю промислового виробництва / П. М. Павленко, О. В. Заріцький, А. О. Хлевний // Східноєвропейський журнал передових технологій / ПП «Технологічний Центр». – Харків, 2015. – № 1/2(73). – С. 24–30. – Бібліогр.: 20 назв.

3. Заріцький О. В. Класифікація сучасних інформаційних систем моделювання та управління людськими ресурсами / О. В. Заріцький, В. В. Судік // Вісн. Черніг. держ. технол. ун-ту. Серія «Технічні науки»: зб. наук. пр. – 2015. – № 1(77). – С. 98–107. – Бібліогр.: 8 назв.

4. Заріцький О. В. Аналітичний огляд методологій та інформаційних систем моделювання та оцінки професійної діяльності людини / О. В. Заріцький // «Проблеми інформатизації та управління»: зб. наук. пр./ Національний авіаційний університет. – Київ, 2015. – № 1(49). – С. 32–36. – Бібліогр.: 10 назв.

5. Заріцький О. В. Теоретичні основи побудови функціональних моделей професійної діяльності людини / О. В. Заріцький // Часопис «Вісник інженерної академії України» / Національний авіаційний університет. – Київ, 2015. – № 2. – С. 233–236. – Бібліогр.: 8 назв.

6. Заріцький О. В. Функціональне моделювання базових елементів професійної діяльності в межах моделі «Сутність – зв'язок» / О. В. Заріцький // «Проблеми інформатизації та управління»: зб. наук. пр. / Національний авіаційний університет. – Київ, 2015. – № 2(50). С. 70–75. – Бібліогр.: 10 назв.

7. Заріцький О. В. Застосування основ теорії комунікацій для розробки інформаційних систем моделювання професійної діяльності / О. В. Заріцький // Вісн. Черніг. держ. технол. ун-ту. Серія «Технічні науки»: зб. наук. пр. – 2015. – № 1(1). – С. 94–98. – Бібліогр.: 6 назв.

8. Заріцький О. В. Теоретичні основи формалізації моделей прийняття рішення в межах алгоритмізації оцінки професійної діяльності за допомогою інформаційних технологій / О. В. Заріцький // «Проблеми інформатизації та управління»: зб. наук. пр./ Національний авіаційний університет. – Київ, 2015. – № 3(51). – С. 51–55. – Бібліогр.: 7 назв.

9. Заріцький О. В. Інформаційне моделювання процесу прийняття рішення / О. В. Заріцький // «Інженерія програмного забезпечення»: зб. наук. пр. / Національний авіаційний університет. – Київ, 2015. – № 1(21). – С. 56–61. – Бібліогр.: 8 назв.

10. Заріцький О. В. Розробка математичної моделі професійної діяльності / О. В. Заріцький, В. В. Судік // Східноєвропейський журнал передових технологій / ПП «Технологічний Центр». – Харків, 2016. – № 1\4(79). – С. 10–18. – Бібліогр.: 23 назви.

11. Заріцький О. В. Метод графічного представлення та аналізу професійної діяльності / О. В. Заріцький // Часопис «Вісник інженерної академії України» / Національний авіаційний університет. – Київ, 2017. – № 2. – С. 234–242. – Бібліогр.: 8 назв.

12. Заріцький О. В. Структурний аналіз інформаційної моделі кваліфікаційного рівня, необхідного для виконання роботи / О. В. Заріцький, В. В. Судік // Східноєвропейський журнал передових технологій / ПП «Технологічний Центр». – Харків, 2015. – № 5/2(77). – С. 14–19. – Бібліогр.: 22 назви.

13. Заріцький О. В. Структурний аналіз інформаційної моделі комунікацій в рамках розробки інформаційної технології оцінки професійної діяльності / О. В. Заріцький // Часопис «Вісник інженерної академії України» / Національний авіаційний університет. – Київ, 2015. – № 3. – С. 105–109. – Бібліогр.: 5 назв.

14. Заріцький О. В. Дослідження взаємного впливу структурних елементів інформаційних моделей компетенцій та професійної діяльності / О. В. Заріцький // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. Серія «Технічні науки»: зб. наук. пр. – 2016. – № 2(4). – С. 81–90. – Бібліогр.: 11 назв.

15. Заріцький О. В. Дослідження взаємного впливу елементів структурної моделі професійної діяльності / О. В. Заріцький, В. В. Судік // «Інженерія програмного забезпечення»: зб. наук. пр. / Національний авіаційний університет. – Київ, 2015. – № 3(23). – С. 45–55. – Бібліогр.: 11 назв.

16. Заріцький О. В. Теоретичні основи побудови експертних систем аналізу та оцінки професійної діяльності / О. В. Заріцький // «Електроніка та системи управління»: зб. наук. пр. / Національний авіаційний університет. – Київ, 2015. – № 2(44). – С. 103–106. – Бібліогр.: 8 назв.

17. Заріцький О. В. Архітектура експертної системи аналітичної оцінки професійної діяльності / О. В. Заріцький // Часопис «Вісник інженерної академії України» / Національний авіаційний університет. – Київ, 2016. – № 3. – С. 266–270. – Бібліогр.: 20 назв.

18. Заріцький О. В. Представлення та обробка даних в експертних інформаційних системах оцінки професійної діяльності / О. В. Заріцький, В. В. Судік // Технологічний аудит та резерви виробництва / ПП «Технологічний Центр». – Харків, 2016. – № 1/2(27). – С. 4–8. – Бібліогр.: 12 назв.

19. Заріцький О. В. Теоретичні основи стандартизації базових правил експертної системи аналітичної оцінки професійної діяльності / О. В. Заріцький // Вісн. Черніг. держ. технол. ун-ту. Серія «Технічні науки»: зб. наук. пр. – 2016. – № 3(5). – С. 139–145. – Бібліогр.: 9 назв.

20. Заріцький О. В. Формалізація правил бази знань експертної інформаційної системи класифікації та аналітичної оцінки професійної діяльності / О. В. Заріцький // «Проблеми інформатизації та управління»: зб. наук. пр./ Національний авіаційний університет. – Київ, 2016. – № 3(55). – С. 39–43. – Бібліогр.: 13 назв.

21. Заріцький О. В. Формалізація моделі прийняття рішення в експертній інформаційній системі оцінки професійної діяльності / О. В. Заріцький // Часопис «Вісник інженерної академії України» / Національний авіаційний університет. – Київ, 2016. – № 1. – С. 66–71. – Бібліогр.: 9 назв.

22. Zaritskyi O. V. Determination of decision-making model by mathematical modeling in CLIPS software environment / O. V. Zaritskyi // Electronics and Control Systems / National Aviation University. – Kyiv, 2016. – № 3(49). – С. 116–120. – Bibl.: 10 names.

23. Заріцький О. В. Архітектура інформаційної технології аналітичної оцінки професійної діяльності / О. В. Заріцький // «Інженерія програмного забезпечення»: зб. наук. пр. / Національний авіаційний університет. – Київ, 2017. – № 1(29). – С. 25–33. – Бібліогр.: 24 назв.

24. Заріцький О. В. Інформаційні технології аналітичної оцінки професійної діяльності. Практичні аспекти інтеграції з системами управління ресурсами підприємства / О. В. Заріцький // Вісн. Черніг. держ. технол. ун-ту. Серія «Технічні науки»: зб. наук. пр. – 2017. – № 3(9). – С. 98–106. – Бібліогр.: 19 назв.

25. Заріцький О. В. Аналітична оцінка та класифікація видів професійної діяльності / О. В. Заріцький // Інженерія програмного забезпечення: зб. наук. пр. / Національний авіаційний університет. – Київ, 2016. – № 2(26). – С. 32–42. – Бібліогр.: 15 назв.

26. Заріцький О. В. Інформаційні технології в реалізації концепції розподіленого робочого простору та моделювання професійної діяльності людини / О. В. Заріцький // XII міжнар. науково-техн. конф. «Авіа-2015», 28–29 квіт. 2015 р., Київ: тези доп./ Національний авіаційний університет. – Київ, 2015. – С. 3.5–3.8.

27. Заріцький О. В. Моделювання професійної діяльності людини / О. В. Заріцький // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем: матеріали тез доповідей V міжнар. науково-практ. Конф., 19–22 трав. 2015 р., Чернігів / Чернігівський НТУ, 2015. – С. 202.

28. Заріцький О. В. Дослідження інформаційних технологій оцінки та опису складності робіт / О. В. Заріцький, В. В. Судік // Міжнар. науково-практ. конф. молодих учених і студ. «Політ. Сучасні проблеми науки», 8–9 квіт. 2015 р., Київ / Національний авіаційний університет. – Київ, 2015. – С. 44.

29. Заріцький О. В. Інформаційні модель професійної діяльності / О. В. Заріцький, В. В. Судік, П. М. Павленко // XII міжнар. науково-практ. конф. молодих учених і студ. «Політ. Сучасні проблеми науки», 6–8 квіт. 2016 р., Київ / Національний авіаційний університет. – Київ, 2016.

30. Zaritskiy O. V. Developing analysis of job complexity for needs of national trade market / O. V. Zaritskiy, P. N. Pavlenko, V. V. Sudic // The sixth world congress "Aviation in the XXI century" "Safety in Aviation and Space Technologies", Sept. 23–25, 2014, Kyiv / National academy of sciences of Ukraine, Ministry of education and science of Ukraine, National aviation university. – Kyiv, 2014. – Volume 1. – P. 1.9.46–1.9.48.

31. Заріцький О. В. Оцінка взаємного впливу елементів інформаційної моделі прийняття рішення / О. В. Заріцький // Фундаментальні та прикладні дослідження: інтеграція в світові наукометричні бази даних: матеріали III заоч. науково-практ. конф., 22 жовт. 2015 р., Харків / Технологічний аудит та резерви виробництва. – Харків, 2015. – С. 28–30.

32. Павленко П. Н. Интеграция производственных данных промышленных предприятий и автоматизация управления их безопасностью / П. Н. Павленко, О. В. Зарицкий, В. В. Третьяк, Т. Н. Захарчук // II междунаучно-практ. конф. «Актуальные вопросы обеспечения кибербезопасности и защиты информации», 24–27 фев. 2016, Киев: тезисы докл. / Европейский университет. – Киев, Изд-во Европейского университета, 2016. – С. 125–126.

33. Zaritskiy O. Data representing and processing in expert information system of professional activity analysis / O. Zaritskiy, P. Pavlenko, A. Tolbatov // Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science, Proceedings of the 13th International Conference on TCSET. 23–26 Feb., 2016, Lviv, Ukraine / Lviv Polytechnic National University. – Lviv, 2016. – PP. 718–720.

34. Заріцький О. В. Класифікація моделей прийняття рішень в інформаційних системах оцінки професійної діяльності / О. В. Заріцький // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем: матеріали тез доповідей VI міжнар. науково-практ. конф., 26–29 квіт. 2016 р., Чернігів / Чернігівський НТУ, 2016. – С. 284–285.

35. Zaritskiy O. V. Decision-making information model as a part of aircraft control system / O. V. Zaritskiy, P. N. Pavlenko // 4th International conference. Methods and systems of navigation and motion control (MSNMC-2016), 18–20 Oct. 2016, Kyiv, Ukraine / Ministry of education and science of Ukraine. – Kyiv, 2016. – PP. 228–231.

36. Zaritskiy O. V. Professional activity informational model database structure / O. V. Zaritskiy, P. N. Pavlenko, V. V. Sudic // VII Всесвітній конгрес «Авіація у XXI столітті» – «Безпека в авіації та космічні технології». Симпозіум: «Інформаційні технології та системи», 19–21 верес. 2016 р., Київ / Національний авіаційний університет. – Київ, 2016. – С. 1.8.12–1.8.15.

37. Заріцький О. В. Дослідження основних питань побудови інформаційних інтелектуальних систем класифікації та аналітичної оцінки професійної діяльності / О. В. Заріцький // IV Наук. конф. «Фундаментальні та прикладні дослідження у сучасній науці», 30 жовт. 2016 р., Харків. Збірка наукових праць / Технологічний Центр. – Харків, 2016. – С. 76.

38. Заріцький О. В. Аналітична оцінка професійної діяльності людини. Практичні результати / О. В. Заріцький, В. В. Судік // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем: матеріали тез доповідей VII міжнар. науково-практ. конф., 24–27 квіт. 2017 р., Чернігів / Чернігівський НТУ, 2017. – С. 174–175.

39. Zaritskyi O. Theoretical bases, methods and technologies of development of the professional activity analytical estimation intellectual systems / O. Zaritskyi [etc.] // 2nd IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies. 4–7 jul., 2017, Lviv, Ukraine/ Polytechnic National University, 2017. – PP. 101–104.

40. Заріцький О. В. Математичне моделювання професійної діяльності в рамках оцінки складності виконуваних робіт / О. В. Заріцький, П. М. Павленко, В. В. Судік// XII міжнар. науково-практ. конфер. «Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС '2017», 26–29 черв. 2017 р., Чернігів, Україна / Чернігівський НТУ, 2017. – С. 160–163.

41. Свідоцтво № 62879 Державної служби інтелектуальної власності України, 10.12.2015. Комп'ютерна програма «Аналіз та оцінка роботи на промисловому підприємстві (JA&E – job analysis and estimation)» / П. М. Павленко, О. В. Заріцький, С. В. Толбатов, В. В. Трейтяк, В. В. Судік. – заявл. 12.10.2015; опубл. 10.12.2015.

42. Свідоцтво № 62878 Державної служби інтелектуальної власності України, 10.12.2015. Комп'ютерна програма «Програмний комплекс «Інтеграція процесів автоматизації технічної підготовки, планування та оперативного управління виробництвом «PR_INT» / П. М. Павленко, О. В. Заріцький, В. В. Трейтяк, Ю. В. Власенко, Т. М. Захарчук, В. В. Судік, С. В. Козьяков. – заявл. 12.10.2015; опубл. 10.12.2015.

43. Свідоцтво № 60620 Державної служби інтелектуальної власності України, 14.07.2015. Комп'ютерна програма «Технологія автоматизованого управління проектними роботами технічної підготовки авіаційного та машинобудівного виробництва (U TPV)» / П. М. Павленко, А. О. Хлевний, О. В. Заріцький, Ю. Л. Хлевна, В. В. Трейтяк. – заявл. 14.05.2015; опубл. 14.07.2015.

АНОТАЦІЯ

Заріцький О. В. Теоретичні і методологічні основи розроблення інтелектуальних інформаційних технологій аналітичного оцінювання професійної діяльності. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.06 «Інформаційні технології». – Національний авіаційний університет, Київ, 2018.

Метою роботи є підвищення ефективності використання трудового потенціалу, продуктивності праці та загального індексу конкурентоспроможності країни шляхом усунення суперечностей в існуючих оцінних рівнях складності різних видів професійної діяльності за допомогою створення

теоретичних і методологічних основ розроблення нових ІТ аналітичного оцінювання професійної діяльності.

Уперше розроблено теоретичні та методологічні основи побудови інтелектуальних ІТ аналітичного оцінювання професійної діяльності з використанням нових моделей та методів, які забезпечили автоматизацію інформаційних процесів аналізу та оцінювання видів професійної діяльності, не залежно від професійної орієнтації та виду економічної діяльності, що дозволяє створити єдине комплексне вирішення науково-прикладної проблеми.

Уперше розроблено моделі професійної діяльності, метод графічного аналізу даних, метод аналізу слабоструктурованих елементів інформаційної моделі предметної галузі, метод аналітичного оцінювання професійної діяльності, критерій оцінювання якості кластеризації видів професійної діяльності.

Удосконалено методи визначення порогових значень активації умовних елементів правил бази знань. Дістали подальшого розвитку стандарти обміну інформацією, теоретичні підходи до розроблення моделі професійної діяльності.

Ключові слова: оцінка професійної діяльності, модель роботи, інтелектуальна інформаційна технологія, метод аналітичного оцінювання діяльності.

АННОТАЦИЯ

Зарицкий О. В. Теоретические и методологические основы разработки интеллектуальных информационных технологий аналитического оценивания профессиональной деятельности. – Квалификационная научная работа на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.06 – информационные технологии. – Национальный авиационный университет, Киев, 2018.

Целью работы является повышение эффективности использования трудового потенциала, продуктивности труда и общего уровня конкурентоспособности страны путем устранения противоречий в существующих оценочных уровнях сложности разных видов профессиональной деятельности с помощью создания теоретических и методологических основ разработки новых информационных технологий аналитического оценивания профессиональной деятельности. Объектом исследования являются процессы описания, анализа, классификации и аналитического оценивания существующих и новых видов профессиональной деятельности. Предмет исследования – модели, методы и информационные технологии аналитического оценивания профессиональной деятельности.

Впервые разработаны теоретические и методологические основы построения интеллектуальных технологий аналитического оценивания профессиональной деятельности с использованием новых моделей и методов, которые обеспечили автоматизацию информационных процессов анализа и

оценивания видов профессиональной деятельности не зависимо от профессиональной ориентации и вида экономической деятельности, что позволило разработать единое комплексное решение рассмотренной научно-прикладной проблемы.

Впервые разработаны модели профессиональной деятельности, которые в отличие от существующих, построены на определенных базовых структурных элементах и оценочных шкалах их атрибутов в аннотации «сущность – связь», что позволило рассчитать силу и направление взаимного воздействия элементов модели и осуществить редукцию данных.

Впервые разработан метод графического анализа данных профессиональной деятельности в заданиях аналитического оценивания, что позволило рассмотреть ее как систему взаимодействующих операций и рассчитать характеристики однородности, кластеризации и плотности, которые не рассматривались в существующих методах, что существенно ограничивало точность оценивания.

Впервые разработан метод анализа данных слабоструктурированных элементов информационной модели, что позволило описать ряд сущностей в виде лингвистических переменных и ввести их в модель, расширив детализацию описания и границы моделирования, что было существенным недостатком существующих методов.

Метод аналитического оценивания профессиональной деятельности представлен систематизированной последовательностью этапов представления данных, их обработки путем интеграции разработанных методов и моделей, что позволило осуществлять оценивание профессий всех отраслей промышленности.

Разработан критерий оценивания качества кластеризации видов профессиональной деятельности, который позволил оценить адекватность разработанных моделей и методов, анализируя тестовую выборку профессий.

Интеграция разработанной информационной технологии с существующими информационными системами управления ресурсами предприятия была реализована с помощью разработанных форматов документов обмена и структур инфологических баз данных.

Ключевые слова: оценка профессиональной деятельности, модель работы, интеллектуальная информационная технология, метод аналитического оценивания деятельности.

ABSTRACT

Zaritskyi O. Theoretical and methodological bases of professional activity analytical estimation intellectual information technologies development. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Thesis for the degree of Doctor Engineering Sciences on the specialty 05.13.06 – Information Technologies. – National Aviation University, Kyiv, 2017.

The aim of the work is to increase the efficiency of using labor potential, labor productivity and the general level of the country's competitiveness by eliminating contradictions in the existing assessment levels of different types of professional activity complexity by creating theoretical and methodological bases for the development of new information technologies for analytical assessment of professional activity.

For the first time, the theoretical and methodological foundations for constructing of professional activity analytical estimation intelligent IT with the use of new models and methods have been developed, which ensured the automation of information processes for the analysis and evaluation of professional activity types, regardless of the professional orientation and type of economic activity, which allows to create a single integrated solution of the scientific and applied problem.

For the first time, models of professional activity, the method of graphical data analysis, the method of analysis of weakly structured elements of the subject field informational model, the method of analytical evaluation of professional activity, the criterion for assessing the quality of professional activities clustering are developed. The standards of information exchange, theoretical approaches to the development of a model of professional activity, have been further developed.

Keywords: professional activity estimation, job model, intellectual information technology, activity analytical estimation method.

Підп. до друку 30.01.2018. Формат 60x84/16. Папір офс.
Офс. друк. Ум. друк. арк. 2,32. Обл.-вид. арк. 2,5.
Тираж 100 пр. Замовлення № 9-1.

Видавець і виготівник
Національний авіаційний університет
03680. Київ – 58, проспект Космонавта Комарова, 1

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 977 від 05.07.2002