

## **ВІДГУК**

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора,  
завідувача кафедри систем штучного інтелекту  
Інституту комп'ютерних наук та інформаційних технологій  
Національного університету «Львівська політехніка»,  
Шаховської Наталії Богданівни  
про дисертаційну роботу Манзюка Едуарда Андрійовича  
«Теоретичні та прикладні засади інтелектуальної інформаційної технології  
отримання довірчих рішень за людиноцентрованим підходом»,  
подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук  
за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

### **1. Актуальність теми дослідження та зв'язок з науковими програмами, планами та темами**

Сучасні інтелектуальні інформаційні системи набули широкого розповсюдження та застосування у переважній більшості секторів економіки, а також за останні роки збільшується їхній вплив на суспільство. Однак методи та підходи, які лежать в основі інформаційних систем, та втілені в прикладних рішеннях для обробки даних, прогнозування результатів, прийняття рішень були розроблені виходячи з технічних завдань та вимог. Досить часто такі системи є непрозорими з точки зору прийняття ними рішень, помиляються в прогнозах, можуть давати неправильні рішення, хоча загалом ефективність їхньої роботи за якісними показниками є порівняно високою. В певних галузях практичного застосування наведені обставини можуть суттєво впливати на одержані результати та унеможливити їхнє впровадження.

Стрімке розширення застосування інформаційних технологій стало причиною збільшення їхнього впливу як на окремі галузі, так і на суспільство в цілому. Розвиток інформаційних технологій привів до формування нових напрямків, в яких вимоги до технологій виходять за межі вимог до технічних

систем. Інформаційні технології стали частиною розвитку суспільства та відіграють у цьому ключову роль. Підвищення впливу інформаційних технологій супроводжується розширенням вимог. Технології поряд із технічними характеристиками повинні відповідати цінностям, які стали мотивом суспільної необхідності. Стало необхідним забезпечити прозорість функціонування інформаційних технологій, можливість перевірки прийнятих рішень та їх пояснення, виявлення неправильних рішень, а також ряд інших властивостей. У своїй сукупності реалізація зазначених властивостей стала причиною формування нового напрямку – довірчих інтелектуальних інформаційних технологій. Такі технології разом з технічним розвитком повинні узгоджуватись з реалізацією прав та цінностей суспільства. Накладання нових вимог до інформаційних технологій, які впливають із процесу інтеграції в життя суспільства, вимагає досліджень з пошуку нових методів, реалізація яких в сукупності дозволила б забезпечити довіру до інтелектуальних інформаційних технологій. У зв'язку зі значною кількістю вимог, реалізацію яких необхідно забезпечити для досягнення необхідного рівня довіри до інтелектуальних інформаційних технологій, в межах роботи проведено дослідження із забезпечення довіри до інтелектуальних інформаційних технологій в частині прийнятих ними рішень.

Актуальність теми дослідження підтверджується тим, що напрям досліджень дисертаційної роботи відповідає пріоритетним напрямкам розвитку науки й техніки на період до 2022 року, визначеним Верховною Радою України.

Також тематика дисертації є складовою частиною науково-дослідних робіт, які виконуються у Хмельницькому національному університеті. Основні результати отримані в дисертаційній роботі використано при виконанні держбюджетної науково-дослідної роботи Хмельницького національного університету «Розроблення інформаційної технології прийняття контрольованих людиною критично-безпекових рішень за ментально-формальними моделями машинного навчання» (номер державної реєстрації 0121U112025). В межах виконання науково-дослідної роботи автор брав участь



як відповідальний виконавець з розробкою основних положень, напрямків досліджень, розробкою методів з реалізації поставлених завдань та проведення експериментів з формування рішень інтелектуальними системами в задачах, які мають підвищений рівень безпековості та критичності з огляду на можливі негативні наслідки в прикладних завданнях.

## **2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій**

Наукові положення, висновки і рекомендації дисертаційної роботи Манзюка Е.А. мають достатньо повний та належний рівень обґрунтування, підтверджуються використанням широкої та сучасної інформаційної бази наукових публікацій, нормативних документів, звітів, рекомендацій вітчизняних та закордонних вчених за напрямком дослідження.

Сформульовані в роботі наукові положення, висновки і рекомендації були розроблені на теоретико-методологічній базі, в основі якої лежать методи загальної теорії систем, онтологічного моделювання, реляційної алгебри, теорії моделювання, теорії множин, теорії графів. Використання загальних підходів дозволило автору успішно застосувати вказане теоретичне підґрунтя при розробці метода проєкції сформованої людиною ментальної моделі прийняття рішень на машинний рівень виконання, метода визначення відповідності складових онтології довіри до інших узагальнень етичних принципів довіри, метода формування ансамблю систем прийняття рішень, метода групового прийняття рішень ансамблем систем прийняття рішень, метода сегментування даних за агрегацією результатів роботи ансамблю систем прийняття рішень, метода аналізу складнокласифікованих даних з визначенням нетипових ознак та викидів, метода визначення нетипових ознак складнокласифікованих даних згідно з їх паралельною обробкою. В сукупності розроблені методи дали змогу реалізувати інтелектуальну інформаційну технологію отримання довірчих рішень за людиноцентрованим підходом.

Наукові положення, висновки сформульовані до усіх розділів дисертації, а також загальні висновки по роботі мають наукове обґрунтування. Представлені результати, рекомендації базуються на теоретичному підґрунті та впливають з логічної послідовності проведених досліджень, експериментальних підтверджень пропонованих методів та підходів.

### **3. Наукова новизна результатів дослідження**

У дисертаційній роботі сформульовано ряд наукових положень, висновків і рекомендацій, які мають належне обґрунтування, характеризуються науковою новизною та мають практичну цінність. Наукові положення сформульовані здобувачем особисто та свідчать про особистий внесок здобувача у розвиток наукового напрямку – інформаційні технології.

Наукова новизна роботи полягає в наступному:

*вперше розроблено:*

– інтелектуальну інформаційну технологію отримання довірчих рішень, перевага якої над відомими полягає у реалізації руху інформаційних потоків формування рішень за складовими довіри, які визначені на основі запропонованої онтології довіри як сукупності етичних принципів за людиноцентрованим підходом, з виділенням сегментів інформації у вигляді типових даних з відповідністю складовим довіри та нетипових даних – як складнокласифікованих даних в умовах невизначеності прийняття рішень, і забезпеченні належних показників якості класифікації;

– метод проєкції сформованої людиною ментальної моделі прийняття рішень на машинний рівень виконання, який відрізняється від відомих тим, що з використанням методів візуального аналізу інформації здійснюється відображення результатів ментальної обробки інформації на машинний рівень інтелектуальної інформаційної системи, що дозволяє подати результати опрацювання інформації людиною у формалізованому вигляді;

– метод аналізу складнокласифікованих даних, основна перевага якого над відомими полягає у використанні локального просторового зміщення даних в



області розмежування, завдяки чому з'являється можливість визначати нетипові ознаки за критерієм розмежованості даних;

*набули подальшого розвитку:*

– метод визначення нетипових ознак складнокласифікованих даних згідно з їх паралельною обробкою, який, на відміну від існуючих, виділяє обмежений, за впливом на групування даних, набір ознак у вигляді впорядкованої послідовності, що дозволило розробити метрики важливості впливу цих ознак на розмежування даних;

– метод визначення відповідності складових онтології довіри до інших узагальнень етичних принципів довіри, перевага якого над існуючими є в тому, що встановлюються структурні зв'язки між елементами порівняння та визначаються текстові описи сутностей, що дозволило використовувати в запропонованій онтології довіри сформульовані різним чином узагальнення етичних принципів довіри та визначити важливість складових онтології за описовою сутністю;

– метод групового прийняття рішень ансамблем систем прийняття рішень, який відрізняється від відомих тим, що рішення об'єднуються в групи за близькістю та формують ієрархію з узагальнення груп, завдяки чому з'являється можливість підвищити якісні показники класифікації складнокласифікованих даних порівняно із складовими ансамблями;

*удосконалено:*

– метод формування ансамблю систем прийняття рішень, який відрізняється від відомих тим, що складові ансамблю формуються залежно від необхідного рівня інтерпретованості рішень ансамблю, завдяки чому з'являється можливість отримати рішення ансамблю з належним рівнем довіри;

– метод сегментування даних за агрегацією результатів роботи ансамблю систем прийняття рішень, перевага якого над відомими методами полягає в тому, що розв'язки складових ансамблю визначено критерієм сегментування даних, стосовно яких приймаються рішення, що уможливило сформувати сегмент даних, рішення стосовно яких відповідають складовим довіри і є

одноголосними, та сегмент складнокласифікованих даних, щодо яких присутня невизначеність при прийнятті рішень.

Даючи оцінку обґрунтуванню наукових положень, висновків і рекомендацій загалом, можна відзначити їхній належний теоретичний та практичний рівень у вирішенні важливої проблеми підвищення рівня довіри до рішень, прийнятих інтелектуальними інформаційними системами.

#### **4. Зміст дисертації та відповідність встановленим вимогам**

Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, семи розділів, висновків, списку використаних джерел та шести додатків. Зміст дисертації відповідає меті та завданням дослідження, характеризується повнотою викладення, логічністю та завершеністю.

У *вступі* автором здійснено обґрунтування актуальності вибору теми дослідження, зазначено зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Сформульовано мету та завдання дослідження, визначено ряд завдань, які необхідно реалізувати для досягнення поставленої мети. Дається опис наукової новизни одержаних результатів дослідження та їхнього практичного значення. Наведено результати впровадження з отриманими кількісними показниками. Наведено особистий внесок здобувача, а також інформацію про апробації результатів досліджень та публікацій за темою дисертації. Також дається опис структури та обсягу дисертації.

Результати аналізу публікацій здобувача за темою дисертаційної роботи вказують на повноту викладу основних наукових положень та дотримання здобувачем принципів академічної доброчесності у процесі підготовки докторської дисертації. Загальна кількість публікацій та їх зміст в достатній мірі висвітлюють результати дисертаційної роботи.

*Перший розділ* дисертаційної роботи присвячено дослідженню сутності довіри до інтелектуальних інформаційних технологій, обґрунтовано необхідність дослідження пріоритетних напрямків розвитку інформаційних технологій з точки зору впливу на виробництво та суспільство.



Досліджено причини виникнення необхідності щодо забезпечення довіри до інтелектуальних інформаційних технологій та значення їхнього впливу на подальший розвиток, як технічних систем та соціальних структур. Встановлено, що інформаційні технології стають важливим та невіддільним аспектом еволюційного розвитку суспільства, який слід розглядати як соціотехнологічний, зважаючи на сучасний рівень розвитку та проникнення технологій.

Проведені дослідження підтвердили наявну необхідність та актуальність розробки нового напрямку довірчих інтелектуальних інформаційних технологій.

*Другий розділ* дисертаційної роботи присвячено визначенню складових довіри до інтелектуальних інформаційних технологій. Для забезпечення реалізації поставленої мети розроблено онтологію довіри, яка дозволила визначити сутності, їхню взаємодію при формуванні довіри й зв'язки між ними. Формалізація предметного поля довіри дала змогу встановити взаємодію таких сутностей як зацікавлені особи в існуванні довіри, необхідності в її забезпеченні, небезпек та загроз зниження довіри тощо. Вдалося здійснити декомпозицію поняття довіри на структурні складові. Також автором розроблено метод визначення відповідності складових онтології довіри до інших узагальнень етичних принципів довіри. Встановлюються структурні зв'язки між елементами порівняння, а також визначаються текстові описи сутностей для елементів порівняння. Це дозволило використовувати в запропонованій онтології довіри сформульовані різним чином узагальнення етичних принципів довіри, та визначити важливість складових онтології за описовою сутністю. Таким чином, в розділі було встановлено складові довіри, а також рівень їхньої важливості за відносною кількісною оцінкою.

*Третій розділ* присвячено розробці метода формування ансамблю систем прийняття рішень, метода сегментування даних за агрегацією результатів роботи ансамблю систем прийняття рішень. Розроблені методи дозволять здійснити формування ансамблю прийняття рішень, як сукупності систем прийняття рішень. Також ансамблевий підхід дає змогу сегментувати дані за

консолідованими рішеннями систем прийняття рішень. Запропонований підхід дозволяє практично реалізувати повноту розгляду в процесі прийняття рішення, забезпечуючи незміщену оцінку та об'єктивність.

*Четвертий розділ* присвячено розробці метода проєкція сформованої людиною ментальної моделі прийняття рішень на машинний рівень виконання. Оскільки одним із важливим елементів формування довіри до прийнятих рішень є розуміння людиною процесу прийняття рішень та причин, згідно з якими рішення приймаються, автором розроблено метод формалізації ментального представлення людини на машинний рівень. Практичне використання можливостей візуальної аналітики дозволяє інтегрувати людину у процес прийняття рішень. Розроблений метод використовується залежно від рівня довіри, який необхідно забезпечити в процесі прийняття рішень інтелектуальною інформаційною системою.

*П'ятий розділ* присвячено розробці метода аналізу складнокласифікованих даних. Розроблено ряд метрик, які дозволяють визначити вплив ознак на розмежування даних поблизу зони розмежування. Зміна ознак даних дає можливість визначити ознаки, які збільшують відстані між даними різних класів. Визначаються найбільш впливові ознаки, які за сукупністю значень метрик можна встановити як викиди. Ознаки визначаються серед характерних груп приналежності ознак.

*Шостий розділ* присвячено розробці метода визначення нетипових ознак складнокласифікованих даних згідно з їх паралельною обробкою, метода групового прийняття рішень ансамблем систем прийняття рішень. Нетипові ознаки визначаються серед характерних груп приналежності із застосуванням паралельного опрацювання даних. Розроблено метод прийняття рішень шляхом поєднання систем прийняття рішень з набору в ансамблі. Формується набір поєднань, який дає змогу отримати максимальні якісні показники класифікації з поєднань систем прийняття рішень в межах множини ансамблю. Розроблена інформаційна технологія прийняття довірчих рішень, яка об'єднує розроблені методи з єдиним системним підходом. Об'єднання методів в технологію



дозволяє реалізувати принципи довіри та спроектувати їх на практичний рівень виконання.

*Сьомий розділ* присвячено експериментальним дослідженням методів сегментації даних за складовими довіри та аналізу ознак нетипових даних. Наведені в розділі експериментальні дослідження дозволяють отримати сегмент даних, рішення щодо яких є довірчими на основі відповідності сукупності етичних принципів, які спроектовані на прикладний рівень. Також проведений аналіз ознак за впливом на розмежування складнокласифікованих даних, отримано такі якісні показники класифікації, як повнота та точність для усієї множини даних. Зокрема, продемонстровано збільшення якісних показників класифікації у порівнянні з класифікаторами, які входять до множини ансамблю. Експериментальні дослідження показали ефективність запропонованої інтелектуальної інформаційної технології отримання довірчих рішень.

*Висновки* сформульовані у роботі повною мірою представляють отримані у дисертаційному дослідженні результати, мають належний науковий рівень та відповідають вимогам, які висуваються до результатів докторської дисертації.

Дисертаційна робота має завершену структурну форму представлення, повною мірою розкриває мету та завдання дослідження.

Результати кандидатської дисертації в докторській дисертації не використовувались.

## **5. Практичне значення результатів дисертаційної роботи**

Результати дисертаційної роботи, які мають практичне значення: метод проєкції сформованої людиною ментальної моделі прийняття рішень на машинний рівень виконання, метод визначення відповідності складових онтології довіри до інших узагальнень етичних принципів довіри, метод формування ансамблю систем прийняття рішень, метод групового прийняття рішень ансамблем систем прийняття рішень, метод сегментування даних за агрегацією результатів роботи ансамблю систем прийняття рішень, метод

аналізу складнокласифікованих даних з визначенням нетипових ознак та викидів, метод визначення нетипових ознак складнокласифікованих даних згідно з їх паралельною обробкою. Розроблені методи набули практичної реалізації та в свої сукупності формують інтелектуальну інформаційну технологію отримання довірчих рішень. Кожний із запропонованих методів доведений до практичної реалізації з отриманням кількісних та якісних характеристик. Застосування розроблених методів дозволяє виділити із загальної множини сегмент довірчих даних, на загальній множині даних отримати високі якісні показники із застосуванням однокласової класифікації, дати кількісну оцінку мірі впливу характерних ознак на розмежування даних.

Практичне значення наукових розробок підтверджується впровадженням у навчальний процес Хмельницького національного університету, Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка, про що в дисертаційній роботі наявні відповідні довідки. Також результати дисертаційної роботи впроваджені для програмного забезпечення систем контролю рішень інтелектуальних систем на підприємстві ТОВ «Терралаб АЙ ТІ»; для програмного забезпечення в сервісах отримання довірчих рішень у системах пошуку інформації на підприємстві ТОВ «Науково-технічна фірма «Інфосервіс»»; для програмного забезпечення систем класифікації потокової інформації на підприємстві ТОВ «Джі Ем Хост»; для програмного забезпечення з використанням інтелектуальних інформаційних систем обробки потоків інформації на підприємствах-учасниках ГО «ІТ-кластер Хмельницького»; для програмного забезпечення в системі обробки інформації на підприємстві ТОВ «Девлуп.про»; для програмного забезпечення при обробці потоку інформації на ПП «Авіві»; для програмного забезпечення при обробці інформації в ПрАТ «Мікросистема».



## 6. Зауваження та дискусійні питання

Не заперечуючи важливість наукових положень та висновків, необхідно зазначити ряд дискусійних питань:

1. В роботі поняття довіри визначається як здатність технології відповідати очікуванням стейкхолдерів, тобто зацікавленим особам, з можливістю перевірки цих очікувань та її реалізації. Далі зазначається, що зацікавленими особами можуть виступати організації, в тому числі приватні. Поняття довіри розглядається з точки зору суспільства, особливо з важливих та критичних питань. В роботі не вказана узгодженість чи підпорядкованість інтересів організації та суспільства, які в загальному можуть мати суперечності.

2. В роботі вказується на необхідність визначення множини даних «...які «важко» піддаються класифікації, тобто не класифікуються переважною більшістю класифікаторів» (с. 83). Надалі, виходячи з контексту викладення, зазначається множина дослідження щодо даних, які мають наявне альтернативне рішення серед систем прийняття рішень. Змістовно це зовсім різні множини, що потребує уточнення.

3. Автором розроблено метод проєкції сформованої людиною ментальної моделі прийняття рішень на машинний рівень виконання, проте не дається оцінка інтерпретованості отриманої моделі у порівнянні з іншими системами прийняття рішень, що є важливим в контексті розглянутого поняття довіри.

4. Рисунки в додатку Д, які відображають мінімальне остове дерево складнокласифікованих даних та інші слід було б піддати більш глибокому аналізу, з визначенням певних загальних характеристик та отриманням детальної інформації щодо даних. Автор зупинився лише на представлені оцінки метрик впливу ознак, наприклад, сторінка 323.

5. В роботі метод групового прийняття рішень ансамблем систем прийняття рішень представлений у вигляді ієрархічного узагальнення групувань рішень з рівнем ієрархій два. Рівень ієрархії формується виходячи з представлення бінарності рішень, однак, для повноти дослідження, варто було

дати аналіз збільшення ієрархічності структури та можливого впливу на результативну оцінку.

6. Автором на рисунку 6.5 представлено граф процесу синтезу траєкторій зміни ознак у паралельній формі. Проте в роботі не подано аналіз необхідності та переваг застосування паралельної форми обробки даних в цій частині дослідження. Також не представлена оцінка прискорення обробки даних внаслідок паралельної обробки.

7. В роботі ансамбль формується на основі множини класифікаторів. Проте автором не представлений опис формування вихідної множини класифікаторів, як дана множина утворюється, чи може вона бути сформована одним типом класифікаторів з різними налаштуваннями параметрів та обсяг даної множини. Такий опис варто було провести в роботі.

Вказані дискусійні положення істотно не впливають на позитивну оцінку дисертації, не знижують її наукову та практичну цінність.

### **Висновок про відповідність роботи встановленим вимогам МОН України**

Дисертаційна робота Манзюка Е.А. за темою: «Теоретичні та прикладні засади інтелектуальної інформаційної технології отримання довірчих рішень за людиноцентрованим підходом» є завершеним науковим дослідженням, яке виконано самостійно, вирішує актуальну науково-прикладну проблему, має вагомим теоретичне та практичне значення. Отримані теоретичні результати мають належне наукове обґрунтування, є новими та раніше не захищалися. Дисертаційна робота за своїм змістом, темою, об'єктом та предметом дослідження, висновками, рекомендаціями відповідає спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.

Зважаючи на актуальність дисертаційного дослідження, новизну теоретичних положень, практичну цінність результатів, рівень висвітлення результатів дослідження в публікаціях наукових видань можна зробити висновок, що дисертація відповідає вимогам щодо дисертацій на здобуття



наукового ступеня доктора наук, зокрема пп. 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук» затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 1197 від 17 липня 2021 р., а її автор, Манзюк Едуард Андрійович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,  
завідувач кафедри систем штучного  
інтелекту Інституту комп'ютерних  
наук та інформаційних технологій  
Національного університету  
«Львівська політехніка»



Наталія ШАХОВСЬКА

Підпис професора Шаховської Н.Б. засвідчую

Вчений секретар  
НУ «Львівська політехніка»



Р.Б.Брилинський

11 листопада 2022р.