

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора,
проректора з навчальної роботи

Херсонського національного технічного університету,

Шерстюка Володимира Григоровича

про дисертаційну роботу Манзюка Едуарда Андрійовича
на тему: «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 дисертації

Розвиток інтелектуальних систем та подальша інтеграція їх в інформаційні технології створює умови, в яких відзначається значний потенціал в покращенні життя та благополуччя суспільства. Інтелектуальні системи зі своїм поширенням змінюють життя та впливають на розвиток суспільства. Мета з якою розробляються інтелектуальні інформаційні системи полягає в тому, щоб приносити користь суспільству шляхом зменшення частки людської праці у виробництвах, поліпшувати умови життя, роблячи його більш комфортним, створювати умови розвитку особистості. Однак дослідження проведені з практики запровадження інтелектуальних систем виявили, що такі системи можуть проявляти себе і з негативними наслідками їхнього впровадження. Інтелектуальні системи в певних випадках є причинами заподіяння ненавмисної шкоди людям, приймають хибні рішення в критичних для безпеки сценаріях, генерують несправедливі рішення на думку суспільства тощо. Така сукупність проявів практичного застосування стала підґрунтям формування довірчих інтелектуальних інформаційних технологій. Це новий

напрямок технологій, який сформований нещодавно внаслідок швидкого розширення застосування інтелектуальних систем. Об'єктивно виникла нагальна необхідність розробки технологій з уникненням негативних наслідків, які інтелектуальні системи можуть спричинити й суспільство могло б повною мірою їм довіряти.

Відомі методи розробки та проєктування інтелектуальних інформаційних технологій орієнтовані на вирішення технічних завдань в області застосування та задоволення потреб споживачів. Необхідність довіри виникла внаслідок інтеграції інтелектуальних систем в інформаційні технології та набуття ними здатності з автономного прийняття рішень. Делегування людиною технічним системам можливості приймати рішення стало причиною виникнення питання відповідальності за результати прийнятих рішень. Для того, щоб надати технічним системам можливість приймати рішення автономно, необхідна наявність переконання та впевненості у таких системах в усіх проявах та на усіх етапах функціонування, розробки та проєктування.

Відомі інформаційні технології та методи, які є їх складовою частиною, не розглядають принципи забезпечення довіри до інтелектуальних інформаційних технологій на рівні технічних систем, тому необхідність у забезпеченні довіри окреслює актуальну науково-прикладну проблему. Вирішенню зазначеної проблеми присвячена робота Манзюка Едуарда Андрійовича «Теоретичні та прикладні засади інтелектуальної інформаційної технології отримання довірчих рішень за людиноцентрованим підходом».

Довірчі інтелектуальні інформаційні технології є новою та складною областю дослідження, яка включає різні напрямки. В представленій роботі досліджуються довірчі інтелектуальні інформаційні технології в частині прийнятих ними рішень.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами. Тематика дисертаційного дослідження відповідає Пріоритетним напрямкам розвитку науки і техніки на період до 2022 року Закону України "Про пріоритетні

напрями розвитку науки і техніки" в редакції Закону № 2519-VI від 09 вересня 2010 року із змінами, внесеними згідно із Законом № 2031-IX від 1 лютого 2022 року. Дисертаційна робота виконувалась згідно з планами держбюджетної науково-дослідної роботи Хмельницького національного університету за темою: «Розроблення інформаційної технології прийняття контрольованих людиною критично-безпекових рішень за ментально-формальними моделями машинного навчання», номером державної реєстрації 0121U112025.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі

Наукові положення, висновки і рекомендації, сформульовані в дисертаційній роботі Манзюка Едуарда Андрійовича в достатній мірі обґрунтовано використанням методології дослідження, яка ґрунтується на застосуванні методів аналізу та математичного моделювання, положень теорії систем, коректному поєднанні теоретичних та експериментальних досліджень, аналізом сучасного рівня досліджень з розробки інформаційних технологій та наукових результатів у сфері проектування інтелектуальних систем, що підтверджується опрацюванням значного обсягу наукових робіт.

Результати наукових досліджень відображено у висновках до кожного розділу та у загальних висновках дисертаційної роботи.

В роботі автором наведені теоретичні наукові положення, які підтверджуються проведеними успішними експериментальними дослідженнями з відповідними науковими висновками та практичними рекомендаціями. Розроблена інтелектуальна інформаційна технологія отримання довірчих рішень за людиноцентрованим підходом на основі сукупності етичних принципів знайшла практичне застосування, що підтверджується відповідними впровадженнями.

Наукові положення, висновки і рекомендації, сформульовані в дисертаційній роботі є науково обґрунтованими, достовірними та мають наукову новизну.

3. Наукова новизна отриманих в дисертації результатів

В дисертаційній роботі автором отримано результати, наукова новизна яких полягає у 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.

4. Зв'язок матеріалів кандидатської дисертації з докторською дисертацією

Наукові положення, результати, висновки, рекомендацій та інші матеріали наукових досліджень, які представлені та захищені здобувачем у кандидатській дисертації не стали предметом розгляду та не були залучені в дослідженнях представлених у поданій до захисту докторській дисертації.

5. Повнота викладення результатів досліджень в наукових публікаціях за темою докторської дисертації

Наукові положення, висновки, результати та рекомендації, які представлено у дисертаційному дослідженні та подані до захисту опубліковані у необхідному обсязі.

За темою дисертації опубліковано 62 наукових праці, зокрема: 2 розділи у колективних монографіях, індексовані у наукометричній базі Scopus; 12 публікації у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України з напрямку, з якого підготовлено дисертацію; 5 публікацій у наукових періодичних виданнях інших держав, індексованих у наукометричних базах Scopus та/або Web of Science Core Collection, віднесених до третього квартилю (Q3) або до другого квартилю (Q2) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank, що згідно із Наказом МОН України №1220 від 23.09.2019 р. прирівнюються до двох або трьох публікацій відповідно. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 40 публікацій у збірниках доповідей на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях. Серед вказаної множини публікації у збірниках доповідей 16 індексованих у наукометричних базах Scopus та/або Web of Science). Отримано 3 свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір за матеріалами дисертаційної роботи.

Зазначений перелік публікації та монографій відповідає вимогам МОН України про опублікування результатів дисертації на здобуття наукового ступеня доктора наук.

6. Практичне значення результатів дисертаційної роботи

Практичне значення дисертаційної роботи полягає в тому, що застосування інтелектуальної інформаційної технології дозволяє отримати довірчі рішення. Отримані рішення формуються стосовно сегменту вхідної інформації. Також з множини вхідної інформації виділяється сегмент інформації, рішення прийнятим щодо якого не можна вважати довірчими. Разом з тим, на загальній множині інформації застосування інтелектуальної інформаційної технології дозволяє отримати високі показники класифікації, а саме повноти та точності. Сегмент даних, рішення щодо яких є недовірчими, визначаються як складнокласифіковані дані. На множині складнокласифікованих даних можна провести аналіз впливу ознак на розмежування даних. Зміна ознак даних здійснюється на обмежених даних, які розташовані поблизу зони розмежування. Така форма обмеження даних дослідження дозволяє не зміщувати загальний масив даних в гіперпросторі, що дає змогу не змінювати інформацію та локалізувати інформативні втрати поблизу зони розмежування. Аналіз ознак складнокласифікованих даних дає змогу детектувати викиди на характерній множині ознак. Розроблена сукупність метрик впливу ознак характеризує ознаки за мірою впливу, як за окремими ознаками, так і у вигляді фіксованої послідовності зміни ознак.

Практичне значення результатів дисертаційної роботи підтверджують отриманні результати впровадження: у навчальному процесі Хмельницького національного університету, Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Розроблену інтелектуальну інформаційну технологію отримання довірчих рішень, яка базується на розроблених методах

реалізації етичних принципів, визначених за людиноцентрованим підходом, впроваджено: для програмного забезпечення систем контролю рішень автоматичних 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».

7. Оцінка змісту дисертаційної роботи

Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, семи розділів, висновків, списку використаних джерел із 593 найменувань на 76 сторінках та 6 додатків на 46 сторінках. Загальний обсяг дисертації становить 453 сторінки, з них 301 сторінка основного тексту, 50 рисунків, 8 таблиць.

У *вступі* обґрунтовано актуальність вибраної здобувачем тематики наукового дослідження, визначено мету та вказані основні завдання в межах вибраної тематики. Визначено об'єкт та предмет дослідження, вказана наукова новизна та практична цінність отриманих результатів. Надано перелік публікації за обраною темою. У публікаціях, які виконані у співавторстві, надано опис особистого внеску дисертанта. Також зазначено структуру та обсяг дисертації.

У *першому розділі* дисертації проведено аналіз розвитку та формування необхідності довіри до інтелектуальних інформаційних технологій. Досліджено вплив інформаційних технологій на життя суспільства у широкій сфері

практичного застосування. Визначено роль інформаційних технології у трансформації суспільства та суспільних відносин. Вказана важливість інтелектуальних систем як у промисловості, так і в інших сферах діяльності, відзначено зростання впливу та проникнення у виробництво, соціальні відносини тощо. Автором зазначено, що розширення використання інтелектуальних систем стало причиною формування нових напрямків інтелектуальних інформаційних технологій у зв'язку з використанням в критичних та важливих застосуваннях з точки зору суспільної безпеки, можливих небезпечних та катастрофічних наслідків неправильно прийнятих рішень інтелектуальними системами. При проведенні досліджень автор виявив, що сучасний рівень розвитку інформаційних систем потребує проведення теоретичних досліджень та практичних рішень щодо забезпечення довіри до інтелектуальних інформаційних систем. Автором належним чином визначено наукову проблему, досліджено актуальність та необхідність її вирішення.

У *другому розділі* проведено дослідження формування довіри до інтелектуальних інформаційних технологій на основі етичних принципів. Розроблено онтологію довіри та визначено її складові компоненти, які у сукупності дозволяють забезпечити довіру. Встановлено потенційні загрози та взаємодію об'єктів предметної області. Здійснена декомпозиція структурних складових поняття довіри. Розроблено метод визначення відповідності складових онтології довіри до інших узагальнень етичних принципів довіри. Практичне застосування розробленого методу дозволило встановити відносну важливість складових поняття довіри та визначити їхню множину.

У *третьому розділі* розроблено метод формування ансамблю систем прийняття рішень; метод сегментування даних за агрегацією результатів роботи ансамблю систем прийняття рішень. Представлена ієрархічна структура ансамблю систем прийняття рішень та наведена оцінка ефективності використання групування систем прийняття рішень.

У *четвертому розділі* дисертаційної роботи розроблено метод проєкції сформованої людиною ментальної моделі прийняття рішень на машинний рівень виконання. В розділі продемонстровано використання робочого процесу візуальної аналітики для отримання ментального представлення системи прийняття рішень, які сформовані людиною. Розглядається метод проєкції ментального представлення на машинний рівень виконання.

У *п'ятому розділі* розроблено метод аналізу складнокласифікованих даних. Визначено вплив ознак даних на основі розроблених метрик. Сукупність метрик впливу ознак дозволяє встановити множину ознак за їхнім впливом на розмежування даних в зоні нетипових даних за критерієм розмежованості.

У *шостому розділі* розроблено метод визначення нетипових ознак складнокласифікованих даних згідно з їх паралельною обробкою; метод групового прийняття рішень ансамблем систем прийняття рішень. Представлена інтелектуальна інформаційна технологія отримання довірчих рішень. Встановлено складові довіри, які спроектовано на практичний рівень виконання на основі реалізації сукупності методів.

У *сьомому розділі* проведені експериментальні дослідження ефективності запропонованих методів, які у своїй сукупності формують інтелектуальну інформаційну технологію отримання довірчих рішень. Проведені експериментальні дослідження підтвердили практичну цінність розробленої інтелектуальної інформаційної технології отримання довірчих рішень.

Загальні *висновки* дисертаційної роботи належними чином узагальнюють проведені дослідження та отримані результати. Рівень викладення та зміст висновків мають відповідний науковий рівень.

Список використаних джерел відображає сучасний рівень наукових досліджень в предметній області дисертаційної роботи, є достатньою мірою повним та змістовним.

Представлені в роботі *додатки* містять інформацію, яка необхідна для забезпечення повноти наукових положень, висновків, рекомендацій,

результатів експериментальних досліджень. Додатки мають необхідні посилання в тексті для розкриття викладеного змісту та підтвердження проведених досліджень.

Дисертаційна робота відповідає вимогам «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 року № 1197.

8. Зауваження та дискусійні питання

Даючи загальну позитивну оцінку науковим положенням, результатам, рекомендаціям наведеним у дисертаційній роботі та рівню їхнього обґрунтування, також необхідно відмітити ряд дискусійних питань:

1. Автором запропоновано метод встановлення ступеня відповідності онтології довіри до інших узагальнень етичних принципів довіри. Мета розробки цього метод полягала у визначенні правильності складових довіри та їхніх відносних вагових значень та виходила із «... припущення щодо наявності різних поглядів та тлумачень в певних аспектах» довіри (с. 105). Проте автором не вказується до яких методів запропонована розробка відноситься: автоматичних, автоматизованих чи ручних.

2. В розділі 3 поводяться дослідження з групування систем прийняття рішень. Наводяться приклади з оцінками зміщення та дисперсії. Вибір систем прийняття рішень здійснюється із зазначенням корельованості рішень. Вказано, що в певних випадках оцінки покращуються. Варто було б розширити дослідження з визначенням умов отримання максимальних якісних оцінок, що збагатило б роботу.

3. Проведено дослідження впливу ознак на розмежування складнокласифікованих даних. В роботі розглядається фіксована послідовність зміни ознак у формі кортежів. Однак не дається аналіз міри впливу ознаки на розмежування у структурі кортежу та поза цією структурою. Це розширило б розуміння інформативності ознаки.

4. На сторінці 295, як крок методу здійснюється обчислення матриці евклідових відстаней. Однак в роботі не представлено обґрунтування вибору обчислення відстані між даними, що є необхідним, оскільки відомі інші підходи, які теж можуть бути застосовні.

5. Дослідження складових поняття довіри описуються у другому розділі, де і проводиться визначення відносної важливості кожного компонента. Формалізація та проєкція складових довіри до інтелектуальних інформаційних технологій в частині прийнятих ними рішень проводиться в шостому розділі. Варто було б змістовно близьку інформацію щодо досліджень подавати зосереджено у дисертаційній роботі.

6. В дисертаційній роботі проводиться дослідження впливу ознак на розмежування у складі кортежів. Розроблено ряд метрик, які дозволяють дати оцінку ознакам, які досліджуються. Однак автором не подається оцінка міри впливу ознаки на траєкторію у вигляді кортежу, в якій ця ознака наявна. Вплив кожної ознаки в траєкторії на розмежуванням даних є різним, однак оцінка автором не наводиться.

Зазначені зауваження не здійснюють визначального впливу на зміст й результати дисертаційного дослідження та є предметом наукової дискусії.

Загальний висновок

Дисертаційна робота Манзюка Едуарда Андрійовича: «Теоретичні та прикладні засади інтелектуальної інформаційної технології отримання довірчих рішень за людиноцентрованим підходом» є завершеним науковим дослідженням, в якому вирішено актуальну наукову проблему, що полягає у підвищенні рівня довіри до інтелектуальних інформаційних технологій в частині прийняття ними рішень на практичному рівні реалізації.

Представлені в дисертаційній роботі наукові положення мають відповідне теоретичне обґрунтування та є належним чином практично підтвердженими. Одержані результати мають як наукову новизну, так і

практичну цінність у сферах застосування інтелектуальних інформаційних технологій. Дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.

Взявши до уваги ступінь актуальності обраної теми, обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у докторській дисертації, їхню новизну, повноту викладення у наукових публікаціях, вважаю, що дисертаційна робота відповідає кваліфікаційним вимогам пп. 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», а її автор, Манзюк Едуард Андрійович, заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент,
доктор технічних наук, професор,
проректор з навчальної роботи
Херсонського національного
технічного університету



Володимир ШЕРСТЮК

Підпис професора Шерстюка В.Г. засвідчую

Вчений секретар
Херсонського національного
технічного університету



Євген КАЛІНСЬКИЙ

15 листопада 2022 р.