



I.В. Сергієнко
Ю.В. Крак
О.В. Бармак
Е. А. Манзюк
А.І. Куляс

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ:
ЛЮДИНОЦЕНТРОВАНИЙ ПІДХІД,
ПРИНЦИПИ ЕТИКИ І ДОВІРИ**

УДК 004.896

Сергіенко І.В., Крак Ю.В., Бармак О.В., Манзюк Е.А., Куляс А.І. **Інтелектуальні інформаційні технології: людиноцентрований підхід, принципи етики та довіри.** Монографія. – К: Наукова думка, 2023. – 310 с.

Монографію присвячено актуальним проблемам моделювання та розроблення інтелектуальних інформаційних технологій з генерації довірчих рішень для використання в критичних і соціальновідповідальних системах.

Розглянуто етичні засади формування довіри за людиноцентрованим підходом і методи реалізації складових довіри та підходи з формування систем прийняття рішень, розроблення онтології довіри з метою встановлення структурних складових поняття довіри та визначення відносної вагової значущості кожного з них. Визначено критерії відбору систем прийняття рішень, систем оцінювання їх якості. Наведено сукупність методів із практичного втілення складових довіри та їх інтеграцію в систему прийняття рішень на рівні проекції ментального подання на машинний рівень виконання. Наведено числові результати проведених досліджень отриманих рішень за метриками якості та оцінювання ефективності.

Для фахівців у галузі кібернетики, моделювання, штучного інтелекту, побудови людино-комп’ютерних інтерфейсів, систем генерації рішень, а також студентів і аспірантів відповідних спеціальностей.

Рецензенти: академік НАН України О.В.ПАЛАГІН,
доктор технічних наук О.Є.СТРИЖАК

*Рекомендовано до друку вченого радою
Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України*

Науково-видавничий відділ
фізико-математичної та технічної літератури

Редактор *O.A. Микитенко*

© І.В. Сергіенко, Ю.В. Крак, О.В. Бармак,
Е. А. Манзюк, А.І. Куляс, 2023

© НВП «Видавництво “Наукова думка”
НАН України, 2023

ISBN 978-966-00-1900-3

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	6
СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	9
АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МЕЖАХ КОНЦЕПТУ ДОВІРИ ДО РІШЕНЬ, ПРИЙНЯТИХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМИ СИСТЕМАМИ	10
1.1. ЕТИЧНІ ЗАСАДИ ДОВІРИ ДО ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	10
1.2. МЕТОДИ ПОБУДОВИ РІШЕНЬ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМИ ІНФОРМАЦІЙНИМИ СИСТЕМАМИ	15
1.3. ФОРМУВАННЯ КОНЦЕПТУ ДОВІРИ ДО ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЗА ЛЮДИНОЦЕНТРОВАНИМ ПІДХОДОМ	18
1.4. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ПІДГРУНТЯ СОЦІОТЕХНОЛОГІЧНОГО РОЗВИТКУ СУСПІЛЬСТВА	25
1.4.1. Аналізування досліджень з реалізації концептів, пов'язаних з довірою до інтелектуальних інформаційних технологій	30
1.5. ЛЮДИНОЦЕНТРОВАНИЙ ПІДХІД У РОЗВИТКУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	32
1.6. РІЗНОМАНІТНІСТЬ ЯК ОСНОВА ЕФЕКТИВНОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ГРУПУВАННЯ В МЕЖАХ АНСАМБЛЕВИХ РІШЕНЬ	40
1.7. ФОРМУВАННЯ МНОЖИНИ КОМБІНАЦІЇ СИСТЕМ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В АНСАМБЛІ	49
1.8. ВИКОРИСТАННЯ КОНЦЕПЦІЇ ВІЗУАЛЬНОЇ АНАЛІТИКИ	54
ФОРМУВАННЯ ДОВІРИ ДО ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ПІДСТАВІ ЕТИЧНИХ ПРИНЦІПІВ	64
2.1. ОНТОЛОГІЯ ДОВІРИ ДО ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА БАЗІ СТАНДАРТИЗОВАНОГО ПІДХОДУ	65
2.2. МЕТОД ВСТАНОВЛЕННЯ СТУПЕНЯ ВІДПОВІДНОСТІ ОНТОЛОГІЇ ДОВІРИ ДО ІНШИХ УЗАГАЛЬНЕНИЙ ЕТИЧНИХ ПРИНЦІПІВ ДОВІРИ	70

2.3. СИНТАКСИЧНИЙ, СТРУКТУРНИЙ ТА СЕМАНТИЧНИЙ РІВНІ ВСТАНОВЛЕННЯ ВІДПОВІДНОСТІ	79
2.3.1. Синтаксичний рівень встановлення ступеня відповідності ..	79
2.3.2. Структурний рівень встановлення ступеня відповідності ..	80
2.3.3. Семантичний рівень встановлення ступеня відповідності ..	89
2.4. РОЗПОДІЛ ЕТИЧНИХ ПРИНЦИПІВ ЯК СКЛАДОВИХ СТРУКТУРИ ДОВІРИ.....	97
МЕТОДИ ПРИЙНЯТТЯ КРИТИЧНОБЕЗПЕКОВИХ РІШЕНЬ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ АНСАМБЛІВ СИСТЕМ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ І СЕГМЕНТАЦІЯ ДАНИХ.....	102
3.1. КРИТЕРІЇ ВИБОРУ СИСТЕМ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ І ВИЗНАЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЯДРА	103
3.2. СИСТЕМИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ТА АНАЛІЗУВАННЯ ЕТАПІВ ПРОЦЕСУ КЛАСИФІКАЦІЇ ..	105
3.2.1. Застосування безпосереднього порівняння іменованих результатів класифікації із визначенням інформаційного ядра ..	111
3.3. МЕТОД ФОРМУВАННЯ МНОЖИНИ СИСТЕМ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ	113
3.4. МЕТОД ФОРМУВАННЯ АНСАМБЛЮ СИСТЕМ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ	128
3.4.1. Агрегування результатів рішень класифікаторів	130
3.4.2. Границі випадки агрегування рішень класифікаторів.....	132
3.4.3. Міграція даних у випадку формування набору класифікаторів	134
3.5. МЕТОД СЕГМЕНТУВАННЯ ДАНИХ ЗА АГРЕГАЦІЄЮ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ АНСАМБЛЮ СИСТЕМ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ	138
3.5.1. Ієрархічна структура ансамблю як глобалізація локальних рішень.....	141
3.5.2. Індивідуальний вплив систем прийняття рішень на кореляцію і зміщення рішень ансамблю	144
3.5.3. Групування систем прийняття рішень	150
МЕТОД ПРОЕКЦІЇ СФОРМОВАНОЇ ЛЮДИНОЮ МЕНТАЛЬНОЇ МОДЕЛІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА МАШИННИЙ РІВЕНЬ ВИКОНАННЯ	162
4.1. РОЗВИТОК КОНЦЕПЦІЇ ПОДАННЯ У ВІЗУАЛЬНОМУ АНАЛІЗУВАННІ	163
4.2. УЗАГАЛЬНЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ПОДАННЯ.....	164

4.2.1. Людина у візуальній аналітиці	166
4.2.2. Узагальнення концепції розвитку візуальної аналітики	167
4.3. ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПОБУДОВИ ПОДАННЯ	169
4.3.1. Метод побудови формального подання на базі візуалізації даних	172
4.3.2. Багатовимірне шкалювання простору ознак	178
4.3.3. Формування дерева рішень класифікатора.....	186
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ КРИТИЧНОБЕЗПЕКОВИХ РІШЕНЬ.....	197
5.1. ФОРМАЛІЗАЦІЯ СКЛАДОВИХ ДОВІРИ ДО ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	198
5.2. МЕТОД ГРУПОВОГО ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ АНСАМБЛЕМ СИСТЕМ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ	207
5.3. МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ НЕТИПОВИХ ОЗНАК СКЛАДНОКЛАСИФІКОВАНИХ ДАНИХ ЗГІДНО З ЇХНІМ ПАРАЛЕЛЬНИМ ОБРОБЛЕННЯМ.....	213
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ СЕГМЕНТАЦІЇ ДАНИХ ЗА СКЛАДОВИМИ ДОВІРИ ТА АНАЛІЗУВАННЯ ОЗНАК.....	223
6.1. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ СЕГМЕНТАЦІЇ ДАНИХ ЗА АГРЕГАЦІЄЮ РІШЕНЬ АНСАМБЛЮ СИСТЕМ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ	224
6.2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ ГРУПОВОГО ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ АНСАМБЛЕМ СИСТЕМ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ	230
6.3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ АНАЛІЗУ СКЛАДНОКЛАСИФІКОВАНИХ ДАНИХ	240
ВИСНОВКИ	248
ДОДАТОК А.....	253
ДОДАТОК Б	254
ДОДАТОК В	260
ДОДАТОК Г	267
ДОДАТОК Д.....	269
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	271

ПЕРЕДМОВА

Монографія присвячена питанням забезпечення довіри до інтелектуальних інформаційних технологій унаслідок розроблення теоретичних і прикладних зasad інтелектуальної інформаційної технології отримання критично-безпекових рішень за людиноцентрованим підходом, яка дає змогу сформувати довіру до рішень отриманих за допомогою інтелектуальних інформаційних систем відповідно до сукупності етичних принципів.

Стрімкий розвиток і широке розповсюдження інформаційних технологій зумовлені перспективами практичного застосування обчислювальних систем. Зокрема, запровадження інтелектуальних інформаційних технологій істотно розширило можливості людини для прийняття рішень як через розв'язування складних обчислювальних задач, так і через автономне прийняття рішень. Розвиток інтелектуальних інформаційних технологій досяг того рівня, за якого їм можна делегувати завдання щодо прийняття рішень і за подальшого розвитку створювати умови формування суб'єктності в прийнятті рішень. Прикладами такого застосування є автоматичні системи торгівлі, системи діагностування захворювань, безпілотні автомобілі та автомобілі з автопілотами, системи керування літальними апаратами різного призначення, системи розпізнавання об'єктів або системи ідентифікації супротивника тощо.

Однак у разі надання інтелектуальним інформаційним системам можливість автономно приймати рішення, виникає проблема відповідальності за прийнятті рішення. У роботі технічних систем, на жаль, можуть бути (під впливом різних чинників) технічні та програмні несправності. Неправильно прийняте рішення автопілотом автомобіля є загрозою життю пасажирів, а у випадку прийняття суспільно критичних рішень неправильне рішення має ще суттєвіші наслідки. Виникає проблема безпечної інтегрування інтелектуальних інформаційних систем у життя суспільства.

Таким чином, рівень розвитку інтелектуальних інформаційних технологій та переваги їх широкого застосування зумовлюють появу нових завдань, які виникають за умов формування нової соціально-технологічної системи. У поточний час інтелектуальна технічна система виходить на рівень партнерства з людиною. Розвиток інтелектуальних інформаційних технологій приводить до того, що людина існує поряд з інтелектуальною технічною системою як автономним суб'єктом прийняття рішень, і таке існування повинно бути партнерським. Фундаментом існування партнерства щодо інтелектуальних інформаційних технологій та делегування можливості прийняття рішень є довіра до усіх проявів і складових інтелектуальних інформаційних технологій. Тому, враховуючи актуальність та важливість відносин людини та інтелектуальної технічної системи, виникає необхідність у розроблені методів побудови систем прийняття рішень, які ґрунтуються на складових поняття довіри до інтелектуальних інформаційних технологій.

Актуальність проблеми взаємодії людини та інтелектуальних інформаційних технологій підтверджується значною увагою наукової спільноти, що зумовлена потребою вирішення пов'язаних нагальних питань, які донедавна не виникали, а наразі уповільнюють прогресивний розвиток суспільства загалом. Однак у наявних наукових працях не розглядають побудову практичних рішень інтелектуальних інформаційних технологій у частині методів побудови систем прийняття рішень, які базуються на забезпечені довіри за її складовими до інтелектуальних інформаційних технологій.

Праця складається з шести розділів і містить результати багаторічних досліджень авторів, їх внесок визначається однаковою мірою. У розділі 1 розглянуто причини виникнення проблеми довіри до інтелектуальних інформаційних технологій за людиноцентрованим підходом у розрізі світового дискурсу сучасного етапу еволюції інтелектуальних систем. Проаналізовано причини та актуальну необхідність запровадження етичних зasad розроблення довірчих інтелектуальних систем. Розглянуто етичні заса-

ди формування довіри за людиноцентрованим підходом і методи розроблення інтелектуальних технологій, які можна застосувати для забезпечення необхідного рівня суспільної довіри у широких сферах практичного застосування систем із вмістом штучного інтелекту.

Розділ 2 присвячений розробці онтології довіри з метою встановлення структурних складових поняття довіри та визначення відносної вагової значущості кожної з них.

Методи реалізації складових довіри та підходи з формування систем прийняття рішень запропоновано в розділі 3. Визначено критерії відбору систем прийняття рішень та системи оцінювання їх якості. Наведено сукупність методів з практичного втілення складових довіри.

У розділі 4 розглядається метод інтеграції в систему прийняття рішень інтелектуальними системами на рівні проєкції ментального подання на машинний рівень виконання. Це дає змогу інтегрувати людину в систему прийняття рішень з метою практичної реалізації складових довіри та розширення об'єктивності прийняття рішень.

У розділі 5 наведено опис інтелектуальної інформаційної технології отримання довірчих рішень із вмістом методів реалізації етичних принципів та аналізу даних.

Розділ 6 присвячений експериментальним дослідженням запропонованих методів на підставі розробленої інформаційної технології з отримання довірчих рішень. Подані числові результати досліджень отриманих рішень за метриками якості та оцінювання ефективності запропонованої технології продемонстрували та підтвердили ефективність застосування інтелектуальної інформаційної технології отримання критично-безпекових рішень, яка дає змогу сформувати множину інформації, рішення щодо якої визначаються як довірчі, а також отримати високі якісні показники класифікації на загальній множині вхідної інформації.

Наукове видання

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ КІБЕРНЕТИКИ ім. В.М. ГЛУШКОВА
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КІЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Сергієнко Іван Васильович

Крак Юрій Васильович

Бармак Олександр Володимирович

Манзюк Едуард Андрійович

Куляс Анатолій Іванович

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ: ЛЮДИНОЦЕНТРОВАНИЙ ПІДХІД, ПРИНЦИПИ ЕТИКИ ТА ДОВІРИ

Київ, Науково-виробниче підприємство
«Видавництво “Наукова думка” НАН України», 2023

Підписано до друку 15.01.2023. Формат 60 × 84 1/16.
Папір офс. № 1. Друк офс. Гарн. Таймс. Ум. друк. арк. 14,25.
Обл.-вид. арк. 10,58.
Тираж 300 прим. Зам. № 0-12

НВП «Видавництво “Наукова думка” НАН України»
Свідоцтво про внесення суб’єкта видавничої справи
до Державного реєстру ДК № 2440 від 15.03.2006 р.
01601, Київ 1, вул. Терещенківська, 3

Віддруковано: ТОВ «Мерк'юрі-Поділля»
Свідотство про внесення до Державного реєстру
ДК № 4136 від 11.08.2011 р.
21018, м. Вінниця, вул. Р. Скалецького, 15
Тел.: (0432) 52-08-02