

Спеціалізованій вченій раді ДФ 26.055.046
Державного торговельно-економічного
університету,
(02156, м.Київ, вул. Кіото 19)

РЕЦЕНЗІЯ

**на дисертаційну роботу Бебешка Богдана Тарасовича
на тему «Багатоконтурна інформаційна система управління
цифровими активами з інтелектуальною підтримкою»
подане на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 122- Комп'ютерні науки,
кандидата технічних наук, доцента Власенко Лідії Олександрівни**

Актуальність теми та загальна характеристика дослідження.

Важливою є проблема розуміння характерних рис нових активів, що впливають на їх ринкову вартість та ефективність управління такими активами. Зацікавлення ринком цифрових активів стрімко зросло протягом останнього часу. Причому наразі вже багато держав та їхні фінансові установи, наприклад, банки, кредитні та страхові компанії мають у своїх фондах цифрові активи. З огляду на зацікавленість гравців у даному ринку постає потреба у розвитку методологічного та прикладного інформаційного інструментарію, які сприяють прийняттю раціональних рішень гравцями на ринку цифрових активів. Саме тому перспективним є напрям, що передбачає розвиток комбінованих методів розв'язання задачі отримання прогнозу за курсами цифрових активів. Як базове середовище для реалізації управління вартістю цифрових активів в дисертаційному дослідженні визначено цифрове середовище, яке використовує децентралізовані фінансові сервіси та дозволяє реалізувати комплексний алгоритм прийняття

рішень з управління цифровими активами, що базуються на методах машинного навчання та використання сервісів, що реалізують смартконтракти, необхідні для вартісно-орієнтованого управління цифровими активами.

Повнота викладення матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок у них автора.

Наукові положення, результати, висновки дисертаційного дослідження підтверджуються публікаціями у наукових виданнях та їх апробацією на науково-практичних конференціях. Опубліковано 19 наукових праць, у тому числі 6 статей опубліковано у фахових виданнях України категорії «Б», 1 стаття в міжнародному фаховому виданні, 6 статей проіндексовані в науко-метричних базах Scopus, DBLP та 6 тез доповідей на міжнародних, Всеукраїнських наукових конференціях.

Мета та завдання дисертаційного дослідження.

Метою дисертаційної роботи є розвиток моделей, методів та інформаційних технологій, які використовуються в завданнях управління цифровими активами за допомогою інформаційних систем з інтелектуальною підтримкою.

У дисертаційній роботі вирішено наступні завдання:

- Проведено аналіз методів, моделей та інформаційних технологій, які використовуються для оцінки ризиків та прогнозування курсів цифрових активів.
- Розроблено новий підхід до визначення багатоконтурної інформаційної системи управління цифровими активами.
- Розроблено математичну модель прогнозування успішності процедури інвестування в цифрові активи.
- Удосконалено методику оцінки ризиків та прогнозування курсів цифрових активів на основі інтелектуального підходу шляхом

комплексного застосування теорії ігор, нечіткої логіки та штучних нейронних мереж.

- Розроблено проєкт багатоконтурної інформаційної системи управління цифровими активами з інтелектуальною підтримкою, яка ґрунтується на використанні штучної нейронної мережі, дослідити її архітектуру та принципи функціонування.
- Визначено нові підходи до моделювання торгової сесії на ринку цифрових активів з нечіткою інформацією.

Наукова новизна отриманих результатів.

Основними результатами, що мають наукову новизну і характеризують особистий внесок автора, є:

Вперше:

- розроблено математичну модель для прогнозної оцінки успішності процедури інвестування у цифрові активи, яка ґрунтується на розв'язанні білінійної гри якості в нечіткій постановці, що дозволяє досліджувати ситуації, які призводять до нестабільності відносин фінансових ресурсів гравців на ринку цифрових активів;
- побудовано контекстну модель багатоконтурної інформаційної системи управління цифровими активами, яка являє собою ієрархічне представлення архітектури системи і дозволяє ідентифікувати та усунути проблеми функціонування системи протягом її життєвого циклу.

Удосконалено:

- комбінований метод оцінки ризиків та прогнозування курсів цифрових активів на основі синергетичного поєднання теорії ігор, нечіткої логіки та нейромережевого підходу, який, на відміну від існуючих методів, містить модель прогнозної оцінки успішності процедури інвестування, що дозволяє оптимізувати процеси прийняття рішень щодо ситуації на ринку цифрових активів;

- модель торгової сесії на ринку цифрових активів з нечіткою інформацією про фінансові ресурси гравців, яка на відміну від наявних підходів, побудована у формі білінійної багатокрокової гри якості з кількома нечіткими термінальними поверхнями як основи для програмної реалізації нейронної мережі, що дозволяє в умовах нечіткої інформації аналізувати тренди на торгових майданчиках цифрових активів та запобігти ситуаціям курсової нестабільності на ринку інвестицій;

- стратегію управління цифровими активами, яка, на відміну від існуючих підходів, являє собою багатоконтурну інформаційну систему управління, створену як комплекс алгоритмів аналізу інформації про різні аспекти торгівлі цифровими активами для прогнозування коливання курсів та формування рекомендацій з управління цифровими активами.

Набуло подальшого розвитку:

- визначення інформаційної системи у сфері управління цифровими активами, які, на відміну від існуючих, підкреслюють наявність багатьох шляхів зворотного зв'язку в системі, створюючи динамічний та ітеративний процес потоку інформації, що дало можливість запропонувати авторський підхід до визначення поняття багатоконтурної інформаційної системи управління цифровими активами;

- підходи до формування нейронної мережі LSTM-Bitcoin-GoogleTrends-Prediction, в якій, на відміну від класичного підходу, здійснено розширення навчальної вибірки за рахунок результатів, отриманих у процесі розв'язання багатокрокових білінійних ігор якості з декількома термінальними поверхнями, що дозволяє оптимізувати процеси прийняття рішень на ринку цифрових активів.

Практична значимість та впровадження наукових результатів.

Практичне значення контекстної моделі багатоконтурної інформаційної системи управління цифровими активами полягає у

визначенні структурованих процесів забезпечення функціонування, стійкості та цілісності системи.

Знайдені рішення можуть бути інтегровані в розробку програмного забезпечення для аналізу ринкових трендів цифрових активів на торгових платформах. Отримані результати дослідження можуть бути корисні для уникнення ситуацій фінансової нестабільності та прогнозування ринкових подій на торгових майданчиках, які спеціалізуються на цифрових активах.

Розроблена стратегія управління багатоконтурною інформаційною системою для керування цифровими активами може бути застосована для аналізу різних аспектів торгівлі цифровими активами та передбачення коливань їх курсів, а також надавати рекомендації з управління цифровими активами.

Використання комбінованого методу оцінки ризиків втрати фінансових ресурсів гравцями та прогнозування курсів цифрових активів, заснованого на теорії ігор, нечіткій логіці та нейронних мережах, покращує точність прогнозних оцінок успішності інвестицій в цифрові активи чи портфель цифрових активів на 7-12%. Це сприяє оптимізації процесів прийняття рішень щодо оцінки ринку цифрових активів.

Дисертаційна робота виконана відповідно до плану науково-дослідних робіт Державного торговельно-економічного університету. НДР № 0122U001549 «Моделювання інтелектуальних систем управління діяльністю підприємств», (довідка від 29.08.2023 №1453/24), виконавцем якої є здобувач, а її результати включають наукові дослідження зазначеної теми.

Результати дисертаційного дослідження використано у навчальному процесі Державного торговельно-економічного університету.

Аналіз змісту дисертації.

У першому розділі проведено аналіз методів та моделей для оцінки ризиків та прогнозування курсів цифрових активів. Встановлено, що за

короткий період інтерес до ринку цифрових активів стрімко зростає, при цьому особливо актуальним стає розвиток комбінованих методів для прогнозу курсів. Визначено, що оптимальні стратегії інвестування можуть бути розроблені на базі теорії ігор, теорії нечітких множин та комп'ютерних систем імітаційного моделювання, а нейронні мережі можуть бути використані для прогнозування успішності інвестування, при цьому було проаналізовано і порівняно моделі нейронних мереж на різних датасетах. Також було визначено сутність поняття «контуру» в контексті інформаційних систем та проведено аналіз підходів до визначення поняття багатоконтурних інформаційних систем управління цифрових активів та запропоновано авторський підхід до визначення поняття «багатоконтурної інформаційної системи управління цифровими активами».

У другому розділі розроблено математичні методи для оптимізації стратегій інвестування в цифрові активи, використовуючи теорію ігор, нечітку логіку та імітаційне моделювання. Запропонована математична модель дозволяє прогнозувати успішність інвестування в цифрові активи, сприяючи створенню інтелектуальних систем прогнозування курсів активів. Використовуючи комбінований підхід, що базується на теорії ігор, нечіткій логіці та нейронних мережах, розроблений метод оцінки ризиків та прогнозування курсів цифрових валют. Особливістю дослідження є застосування ігрових підходів в контексті оцінки ринку цифрових активів, зокрема використання білінійної гри якості в нечіткій постановці.

У третьому розділі спроектовано контекстну модель інформаційної системи управління цифровими активами за допомогою CASE-технології ERwin. Декомпозиції моделі в нотаціях IDEF0 та IDEF3 забезпечують загальний та детальний огляд системи. Кожен етап декомпозиції впливає на наступні рівні та прийняття рішень. Розроблена стратегія управління системою базується на алгоритмах для аналізу та прогнозування коливань курсів активів. Ігрова модель торгової сесії на ринку цифрових активів

демонструє керованість процесу через дискретні рівняння і розглядає стабільність відносин фінансових ресурсів учасників. Знайдено рішення нової білінійної багатокрокової гри якості з кількома термінальними поверхнями з нечіткою інформацією, яке було використано при програмній реалізації фінальної версії нейронної мережі, що використовується для аналізу трендів на торгових майданчиках цифрових активів. Було вдосконалено нейронну мережу LSTM, збагачуючи її даними з ігрових моделей, що дозволяє оптимізувати оцінку ринку цифрових активів. Тобто для навчання нейронної мережі застосовується комбінований метод оцінки ризиків втрати фінансових ресурсів гравцями та прогнозування курсів цифрових активів на основі застосування теорії ігор, нечіткої логіки.

Обґрунтованість зроблених висновків.

Зроблені автором висновки, що сформульовані за результатами дисертаційної роботи, вказують на важливий аспект даного дослідження та мають логічне завершення у виді актів впровадження. А саме знайдене здобувачем рішення на основі застосування теорії ігор, нечітких множин та комп'ютерних систем імітаційного моделювання та розроблена математична модель дозволила отримати алгоритм прогнозування успішності процедури інвестуванням в цифрові активи з боку інвестора, було реалізовано в одному із модулів програмного продукту компаній ТОВ «ІНТЕРНЕТ ІНВЕСТИЦІЙНА ГРУПА», ТОВ «САППОРТІОРАПШ». Надана стратегія управління багатоконтурною інформаційною системою управління цифровими активами, за допомогою використання ігрових підходів, що ґрунтуються на вирішенні білінійної гри в нечіткій постановці, дозволила ефективно аналізувати тренди на торгових майданчиках цифрових активів.

Дотримання академічної доброчесності.

Всі використані джерела у дисертаційному дослідженні правильно цитовані, мають посилання в тексті та списку літератури, у відповідності з

встановленими стандартами цитування. Дослідження є оригінальним і не містить вже опублікованих або відомих результатів, а результати дисертаційного дослідження є особистою розробкою здобувача.

Зауваження та дискусійні положення дисертації.

1. Результати аналізу переваг та недоліків низки найбільш поширених програмних продуктів для торгівлі на ринку цифрових активів, що вкладені у таблицю 1.6. доцільно було б висвітлити в текстовому форматі, що надало б можливість чіткого відображення інтерфейсу програмних продуктів.

2. В п.1.1 недостатньо описана таблиця 1.1 «Узагальнені переваги та недоліки статистичних методів та моделей, що використовуються для складання прогнозів на ринку цифрових активів».

3. На рисунку 3.14 є незначні синтаксичні помилки в нотації блок-схеми алгоритму навчання нейронної мережі.

4. В роботі наявні неузгодженості у відмінках та доцільно було б до англійських термінів використати україномовні аналоги.

Проте, зазначені недоліки не знижують ступінь наукової новизни та практичного значення одержаних в дисертації наукових результатів і, відповідно, позитивну оцінку роботи у цілому.

Загальний висновок.

Дисертаційне дослідження Бебешка Богдана Тарасовича на тему «Багатоконтурна інформаційна система управління цифровими активами з інтелектуальною підтримкою» є завершеною кваліфікаційною науковою працею щодо полягає в створенні моделі багатоконтурної інформаційної системи управління цифровими активами з інтелектуальною підтримкою на основі прогнозової оцінки успішності процедури інвестування у цифрові активи, яка ґрунтується на розв'язанні білінійної гри якості в нечіткій постановці, що дозволяє досліджувати ситуації, які призводять до

нестабільності відносин фінансових ресурсів гравців на ринку цифрових активів.

Аналіз тексту дисертаційної роботи свідчить про відсутність порушення автором вимог академічної доброчесності. У роботі наявні посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей; дотримано вимоги норм законодавства про авторське право; надано достовірну інформацію про результати наукової діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації. Зокрема, у рецензованій праці не виявлено ознак академічного плагіату, самоплагіату, фабрикації, фальсифікації.

Враховуючи зазначене, дисертаційне дослідження відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року №4, а її автор, Бебешко Богдан Тарасович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії зі спеціальності 122 – Комп'ютерні науки.

Рецензент:

доцент кафедри інженерії
програмного забезпечення та
кібербезпеки
Державного торговельно-
економічного університету,
кандидат технічних наук, доцент

Лідія ВЛАСЕНКО

*Лідія Власенко Л.О.
засвідчую.*

*Учений секретар
Савченко О.Т.*

Підпис *Власенко Лідія* засвідчую
Начальник відділу кадрів
М. Шевченко