

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора, професора кафедри інтелектуальних кібернетичних систем факультету Комп'ютерних наук та технологій Державного університету «Київський авіаційний інститут» Кучерова Дмитра Павловича на дисертаційну роботу Канцедала Георгія Олеговича «Адаптивне управління імпульсними процесами з різнотемповою дискретизацією в когнітивних картах застосування криптовалюти», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 124 – Системний аналіз 12 – Інформаційні технології

Актуальність теми дисертації

Дисертаційне дослідження Канцедала Георгія Олеговича присвячене розробленню математичних моделей та методів управління динамікою криптовалютного ринку з використанням когнітивних карт.

Особливістю криптовалютного ринку, яка приваблює до нього велику кількість користувачів та інвесторів, є його стабільність. На стабільність криптовалютного ринку впливають декілька факторів, а саме волатильність ціни, децентралізоване регулювання, застосовані технології та інституціональні інвестиції. На даний момент регулювання криптовалютного ринку здебільшого знаходиться в правовій площині, яка не впливає на волатильність ціни та не виключає спекулятивні та шахрайські дії, що знижує довіру інвесторів і фінансових установ до операцій з криптовалютою.

Управління волатильністю криптовалют полягає у застосуванні таких стратегій та механізмів, які б мінімізували ризики, пов'язані з різкими коливаннями цін, і потенціальному дозволяли використовувати ці коливання з метою отримання прибутку.

Існуючі економетричні підходи виявилися недостатньо ефективними щодо оцінки стабільності та прогнозу зміни цін на крипторинку, що вимагає застосування нових підходів, здатних адаптуватися до змін зовнішнього середовища.

Таким чином, завдання розробки математичних моделей та методів управління динамікою на основі імпульсних процесів з різнотемповою дискретизацією, яке представляє собою інструмент адаптивного управління криптовалюти ринком за рахунок використання когнітивних карт, що запропоноване в дисертаційній роботі Канцедала Георгія Олеговича є актуальним.

Зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційне дослідження виконувалось в рамках науково-дослідних робіт кафедри математичних методів системного аналізу НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського:

- «Розробка і дослідження систем керування в моделях імпульсних процесів з різнотемповою дискретизацією в когнітивній карті застосування криптовалюти на фінансових ринках», номер державної реєстр 0123U103699 (з 01.07.2023 р. по 31.12.2023 р.).
- «Застосування математичних методів в дослідженні інтегральних характеристик складних систем», реєстр. № 0123U101066 (з 13.02.2023 р. по 31.12.2025 р.).

Основні теоретичні та практичні результати роботи можна знайти у відповідних звітах.

Наукова новизна отриманих результатів

В дисертаційному дослідженні представлено такі нові наукові результати:

Вперше

- розроблено когнітивні карти використання криптовалют на фінансових ринках;

- розроблено моделі імпульсних процесів когнітивних карт використання криптовалют на фінансових ринках з різномовною дискретизацією в стохастичному середовищі.

Отримали подальший розвиток

- метод інваріантних еліпсоїдів в системі придушення збурень з імпульсними процесами з різномовною дискретизацією на основі когнітивної карти використання криптовалют;
- метод стабілізації імпульсних процесів з різномовною дискретизацією в системі координації окремих координат вершин когнітивної карти.

Модифіковано

- рекурентний метод найменших квадратів для динамічної ідентифікації вагових коефіцієнтів матриці суміжності КК з різномовною дискретизацією.

Практичне значення одержаних результатів

До практичних результатів роботи відносяться

- математичні моделі когнітивних карт, які дозволяють оцінювати вплив різних економічних, технологічних та спекулятивних факторів на курс криптовалют, що може бути використано для прогнозування їхньої вартості та стабілізації ринку;
- методи стабілізації імпульсних процесів, які можуть бути застосовані в алгоритмах управління ризиками на криптовалютних біржах, у фінансових компаніях та аналітичних центрах, що дозволить зменшити волатильність цифрових активів та підвищити їхню стійкість до зовнішніх збурень;
- алгоритми ідентифікації вагових коефіцієнтів когнітивних карт можуть бути використані у фінансовому прогнозуванні, торгових ботах та автоматизованих системах управління активами.

Результати теоретико-методологічного та емпіричного досліджень використовуються у навчальному процесі Інституту прикладного системного аналізу Національного технічного університету «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» при викладанні дисципліни

«Мультипарадигмові мови програмування», а також увійшли в навчальний посібник та можуть бути корисними для спеціалістів у сфері фінансів, блокчейн-технологій та автоматизованого управління, а також використовуються для сценарного аналізу та оцінці ціни ф'ючерсів в діяльності ІТ компанії «Capsbold LTd», що підтверджується відповідними актами.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Канцедала Г.О. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 124 Системний аналіз та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Системний аналіз.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям інформаційних технологій.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Канцедала Георгія Олеговича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою. Вона сформована послідовно та доступно, з використанням загальноприйнятої термінології, з врахуванням наукових тенденцій та потреб і складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури та додатків.

Загальна характеристика структури та змісту дисертаційної роботи

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 148 сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету та завдання дослідження, визначено об'єкт і предмет, охарактеризовано методи, наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

У першому розділі проаналізовано сучасний стан криптовалютного ринку, вивчено основні технології, зокрема блокчейн, механізми майнінгу, аспекти безпеки, проблеми масштабованості та волатильності курсу криптовалют. Розглянуто традиційні методи прогнозування й управління у складних системах та обґрунтовано доцільність застосування когнітивних карт з імпульсними процесами.

У другому розділі розроблено когнітивні карти для аналізу використання криптовалют та процесів майнінгу. Представлено моделі з різноміжною дискретизацією для виділення швидкодіючих і повільнодіючих підсистем. Запропоновано метод придушення внутрішніх і зовнішніх збурень у системах з урахуванням стохастичного характеру крипторинку.

У третьому розділі представлено координаційну систему керування параметрами когнітивної карти з урахуванням зміни ринкових умов. Детально описано алгоритми ідентифікації матриць суміжності, що дозволяють адаптувати модель до реального середовища. Введено модифікацію методу найменших квадратів для коректної ідентифікації як у швидкозмінному, так і в повільнозмінному масштабах.

У четвертому розділі викладено результати експериментального моделювання. Наведено перевірку ефективності запропонованих методів стабілізації та алгоритмів ідентифікації, продемонстровано здатність системи до адаптації в умовах змін ринкової кон'юнктури. Експерименти підтвердили працездатність розроблених підходів у задачах управління та прогнозування криптовалютного курсу.

У висновках систематизовано результати дисертаційного дослідження, підсумовано наукові здобутки, підтверджено ефективність запропонованих моделей та окреслено можливі напрямки для подальших досліджень і практичного впровадження результатів.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 “Про затвердження вимог до оформлення дисертації” із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства освіти і науки України № 759 від 31.05.2019.

Повнота оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Наукові результати дисертації висвітлені у 10 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 2 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 4 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus.

Також результати дисертації були апробовані на 4 наукових фахових конференціях.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

1. В п. 1.8 розділу 1 не наведено пояснень до введених символів, які описують методи керування імпульсними процесами в когнітивних картах складних систем, а саме: матриці коефіцієнтів W_{11} , W_{22} , A_1 , D , P_0 .

2. Запис рівняння (15) не співпадає із записом рівнянь (17), (18), які є його матричним записом. Згідно поясненню на стор. 60 дисертаційної роботи розмірність матриці A_{22} має розмірність 8×8 , але відповідно запису (15) вона складає 15×15 .

3. На стор. 70 робиться посилання на модель підсистеми (18), хоча на стор. 60 вона по суті є матричним поданням когнітивної карти, тобто має вигляд матриці A ; відповідно до запису формули (17) на стор. 60, це процеси з невимірюваними параметрами, але на стор. 70 формула (17) відповідає швидковимірюваним параметрам; на стор. 70 робиться посилання на теорему, яка не наводиться в розділі.

4. Формула (55) для швидковимірюваного вектора \tilde{y} , яка вводиться для попереднього кроку містить прогнозний крок того ж самого вектору, що

зроблено без пояснень фізичної реалізованості таких вимірювань. В той же час на стор. 88 існує посилання на той самий вектор (55), але для прогнозного кроку.

5. В роботі деякі символи вводяться без пояснень їх фізичного змісту, а саме: матриця S і вектор b на стор. 88; на стор. 89 вводиться розмірність вектору управління 4; тощо.

6. Відповідно до змісту дисертації коливання курсу ділилося на два процеси: швидковимірюваних та невимірюваних координат, що здається передбачало би два періоди дискретизації, але відповідно до рис. 4.17, 4.18 виявляється, період дискретизації в процесі ідентифікації лінійно зростає, що сприяло стабілізації коефіцієнтів матриці A_{22} . Скільки періодів дискретизації реально передбачається в системі ?

7. В інтересах оцінки достовірності бажано провести дослідження з побудовою управління іншими підходами, наприклад, з фільтрацією невимірюваних координат за фільтром Калмана, за прямим цифровим управлінням, за розміщенням полюсів матриць, що досліджуються, тощо.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу

Дисертаційна робота Канцедала Георгія Олеговича є завершеною кваліфікаційною науковою працею, яка містить нові науково обґрунтовані результати проведених ним досліджень, які в сукупності є суттєвими для вирішення наукової задачі, яка полягає в розробленні математичних моделей та методів управління динамікою криптовалютного ринку з використанням когнітивних карт і має істотне значення для галузі знань 12 “Інформаційні технології”. Робота виконана здобувачем особисто у вигляді спеціально підготовленого рукопису, в якому зазначено особистий внесок здобувача у обрану предметну галузь.

Розглянута дисертаційна робота відповідає вимогам, що ставляться до дисертацій щодо присудження ступеня доктора філософії, а саме відповідає вимогам п. 6 – 9 “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 р. № 44, а її автор, Канцедал Георгій Олегович, заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 12 “Інформаційні технології” за спеціальністю 124 “Системний аналіз”.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор
професор кафедри інтелектуальних кібернетичних систем
Державного університету
«Київський авіаційний інститут»

Дмитро КУЧЕРОВ

« ____ » _____ 20 ____ року

