

Відгук
Голова
ради
отримано
спеціалізованої вченої
ради ДФ 64.051.002
Т.В. Меркушова
16.06.2020 р.

Голові спеціалізованої вченої ради
ДФ 64.051.002
Харківського національного
університету імені В.Н. Каразіна
Меркуловій Т. В.
61022, м. Харків, майдан Свободи, 4

ВІДГУК

офіційного опонента, завідувача кафедри економічної кібернетики економічного факультету Запорізького національного університету, доктора економічних наук, професора Максишко Наталії Костянтинівни на дисертаційну роботу **Дека Антона Олеговича «Моделювання поведінки агентів ринку криптовалют»**, яка подана на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 051 – Економіка

1. Актуальність теми дисертаційної роботи

Розвиток інтернет-технологій та глобалізація створили підґрунтя для виникнення нового виду активів – криптографічних валют. Розповсюдженню цифрових валют сприяли глобальні фінансові кризи, збільшення емісії центральними банками, великі комісії на транскордонні перекази тощо. У результаті впродовж останнього десятиліття ринок криптовалют активно розвивається. Це зумовлює необхідність розробки інструментів підтримки прийняття економічних рішень для агентів цього порівняно нового для економіки світу ринку.

До таких рішень, зокрема, належить проблема оцінки економічної ефективності майнінгу криптовалют. Особливості організації та енерговитратні архітектурні рішення алгоритму консенсусу мережі proof-of-work, що використовується в блокчейнах багатьох криптовалют, вимагають вивчення альтернативної вартості використання криптовалют у порівнянні з традиційною системою платежів, адже вже зараз, на ранньому етапі розвитку, майнінг

криптовалют споживає стільки електроенергії, скільки споживають окремі країни середнього розміру. Питання енергоспоживання мережі майнерів криптовалют з економічної точки зору є новим і ще недостатньо вивченим.

Іншою проблемою, що постає перед агентами ринку криптовалют є осмислення особливостей динаміки ціни криптовалютних активів та її подальше прогнозування, що неможливо без застосування моделей відповідних часових рядів. Незважаючи на те, що моделювання часових рядів є достатньо розвинутою сферою, необхідно зазначити, що основні відомі моделі часового ряду ціни криптовалют базуються на фактуальній інформації. Проте сучасні умови господарювання, що супроводжуються стрімким розвитком інформаційно-комунікаційних технологій та глобалізаційними процесами, з одного боку, зумовлюють необхідність, а з іншого – дають змогу врахувати вплив інформації з соціальних мереж та суб'єктивних суджень з інших джерел інформації на прийняття рішень економічними агентами про купівлю чи продаж криптовалюти, про доцільність майнінгу за заданих умов, про доцільність інвестування в проекти. Тобто, виникає необхідність у побудові та застосуванні, зокрема, поведінкових моделей економічних агентів, що є ще недостатньо вирішеним завданням.

Тому представлена на розгляд дисертаційна робота Дека Антона Олеговича, мета якої полягає в розробці комплексу економіко-математичних моделей, що описують поведінку агентів ринку криптовалют в умовах впливу суб'єктивної та фактуальної інформації, є актуальною та має науково-теоретичне та практичне значення.

2. Зв'язок теми дослідження з науковими програмами

Дисертаційне дослідження виконано згідно з планом наукових досліджень кафедри економічної кібернетики та прикладної економіки економічного факультету Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна в процесі виконання комплексної науково-дослідної роботи «Прикладні аспекти моделювання довіри в інформаційному суспільстві» (номер

державної реєстрації 0116U005038) у 2016-2018 рр. У межах цієї теми автором особисто було розроблено інструментарій прогнозування фінансових показників з урахуванням нерациональності агентів.

3. Наукова новизна положень, висновків та результатів, одержаних у дисертації

У дисертаційній роботі розроблено комплекс економіко-математичних моделей, що описують поведінку агентів ринку криптовалют в умовах впливу суб'єктивної та фактуальної інформації та дають змогу оцінити екологічний вплив майнінгу на довкілля, визначити рівень рефлексії трейдерів та експертів галузі криптовалют, виявити типи поведінки трейдерів криптовалют на основі показників прибутковості їх біржової торгівлі та рівня рефлексії, удосконалити моделі прогнозування часового ряду ціни біткоіна шляхом використання фактуальної та концептуальної інформації з соціальних мереж і новин.

До положень, що *вперше розроблені* в дисертації, слід віднести *методологічний підхід* до опису патернів поведінки трейдерів криптовалют на основі показників їх біржової активності та рівня рефлексії з використанням методів експериментальної економіки та алгоритмів машинного навчання. Зазначені моделі поведінки можуть бути використані при розробці торгових стратегій (с. 133-153).

Науковою новизною характеризуються також результати, на основі яких *удосконалені та дістали подальшого розвитку* методи та моделі моделювання економічної поведінки агентів ринку криптовалют:

- *метод оцінки споживання електроенергії мережею майнерів біткоіна*, що ґрунтується на аналізі прийняття рішень агентами ринку криптовалют, які беруть до уваги ефективність обладнання, ціну на електроенергію, хешрейт мережі, складність майнінгу (с. 86-100);
- *метод оцінки вуглецевого сліду, спричиненого майнінгом біткоіна*, на основі аналізу географічного розподілу майнінгових потужностей за веб-трафіком їх сторінок (с. 101-110);

- *метод прогнозування часового ряду ціни біткоіна*, що враховує особливості поведінки агентів ринку криптовалют, а саме їх чутливість до суб'єктивних суджень, включаючи сентименти, які вони отримують із соціальних мереж (с. 154-170);

- *методологія оцінки рівня рефлексії аудиторії трейдерів криптовалют* за рахунок використання інструменту дослідження в умовах обмеженої раціональності – гри на відгадування, яку було проведено серед експертів галузі криптовалют у професійній соціальній мережі LinkedIn та на криптовалютній біржі BTC Trade UA (с. 120-153).

4. Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій дисертаційної роботи

Наукові положення, висновки й рекомендації, що містяться в роботі, достатньо повно обґрунтовані та аргументовані. Теоретичну базу роботи становлять праці з інформаційної економіки, поведінкової економіки, поведінкових фінансів, експериментальної економіки, а також роботи, що присвячені прикладним аспектам функціонування ринку криптовалют. Це підтверджується зокрема й тим, що здобувач творчо опрацював велику кількість наукових джерел (135 найменувань).

Теоретична база доповнюється новими джерелами інформації: соціальними мережами, відкритими даними про транзакції та стан мережі, а також криптовалютними біржами. Для обробки великих обсягів інформації були використані інструменти інтелектуальної обробки даних, машинного навчання, статистичний аналіз.

Грунтовними є результати опрацювання автором теоретичних засад із використанням загальнонаукових методів. За допомогою методу сходження від абстрактного до конкретного було спроєктовано основні положення поведінкової економіки на сферу торгівлі та майнінгу криптовалют (розділ 1).

Моделі оцінки глобального споживання електроенергії мережею майнерів і оцінки екологічного сліду побудовані із застосуванням методів ідеалізації та економіко-математичного моделювання (розділ 2).

Для проведення гри на відгадування та аналізу її результатів використовувалися методи анкетування, порівняння та інтелектуального аналізу даних (розділ 3, підрозділ 3.1).

Для аналізу поведінки трейдерів криптовалют на біржі застосовувалися статистичні методи та метод ієрархічної агломеративної кластеризації (розділ 3, підрозділ 3.2).

Для отримання вхідних параметрів моделі часового ряду ціни біткоіна застосовувалися методи інтелектуального аналізу даних та обробки природної мови, для моделювання – штучні нейронні мережі. Для побудови моделі прогнозування часового ряду ціни біткоіна й аналізу поведінки трейдерів та експертів криптовалют використовувались економетричні методи, методи машинного навчання, експеримент, метод спостереження (розділ 3, підрозділ 3.3).

Наукова обґрунтованість і достовірність результатів роботи підтверджується достатнім обсягом публікацій автора в наукових виданнях, які відповідають змісту дисертації та досить повно характеризують найбільш важливі її положення, а також апробацією їх на міжнародних і всеукраїнських науково-практичних конференціях.

5. Повнота викладу основних результатів дисертації, висновків і пропозицій у наукових працях здобувача

Основні положення дисертації опубліковано в **10** наукових працях, серед яких **4** статті в наукових фахових виданнях України, **1** стаття в періодичному науковому виданні держави-члена Європейського Союзу, **5** праць, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації (з них **1** стаття за матеріалами конференції була включена до наукометричної бази даних Scopus). Загальний обсяг опублікованих матеріалів становить **4,1** д.а.

Ознайомлення з публікаціями дає підстави стверджувати, що результати дослідження, авторські новації, узагальнення та удосконалення теоретичних положень, організаційні та методичні рішення і рекомендації достатньо повно відображені в друкованих працях. У дисертації використані лише ті результати досліджень, які були отримані автором особисто.

6. Стил ь викладення дисертації, відповідність дисертації встановленим вимогам

Структурна побудова дисертації, обсяг та оформлення відповідають вимогам, що встановлені до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії та спеціальності 051 – «Економіка». Матеріал дисертації викладено в логічній послідовності та доступно для сприйняття. Дисертація написана науковим стилем мовлення. Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків, додатків і списку використаних джерел. Обсяг основної частини становить 166 сторінок. Робота містить 39 таблиць та 54 рисунків. Список використаних джерел налічує 135 найменувань. Дисертаційна робота не містить запозичених висновків інших авторів та відповідає вимогам академічної доброчесності.

7. Наукове та практичне значення роботи, використання результатів роботи.

Наукове дослідження, що виконане особисто дисертантом, має наукове та практичне значення. Так, із використанням штучних нейронних мереж та даних із соцмереж і новин *розроблено* модель часового ряду ціни біткоіна. *Запропоновано новий спосіб* оцінки географічного розподілу майнінгових потужностей за трафіком веб-сторінок майнінгових пулів, що в сукупності із запропонованою моделлю для оцінки споживання електроенергії дозволяє *моделювати* кількість викидів діоксиду вуглецю, що спричиняється майнінгом біткоіна. *Визначено* рівень аргументації криптовалютних трейдерів за допомогою «гри на відгадування». *Описано* типи поведінки трейдерів у залежності від показників прибутковості їх біржової активності та рівня аргументації, що може бути застосовано у трейдингу.

Підтвердженням практичної значимості роботи є те, що результати моделювання прийняття економічних рішень майнерами криптовалют і пов'язана з ним оцінка глобального споживання електроенергії мережею майнерів біткоіна були використані в академічних дослідженнях Центру альтернативних фінансів Кембриджського університету при розробці інформаційного ресурсу «Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index», URL: <https://cbeci.org> (довідка від Центру альтернативних фінансів Кембриджського університету). Моделі часового ряду ціни біткоіна, профілі поведінки трейдерів криптовалют застосовано в комерційній діяльності ТОВ «Сінгуларекс» для розробки трейдингової стратегії та аналізу ринку фандрайзингових проєктів Initial Coin Offering (довідка від 27.11.2019 №2711).

8. Зауваження та дискусійні положення дисертації

1. У розділі 1 (с. 76, рис. 1.21) наведено концептуальну схему дослідження. Проте, на мою думку, вона потребує більш детального опису.
2. У розділі 2 (с. 91-96) було б доцільно розкрити більш детально, яким чином результати моделі споживання електроенергії можуть бути використаними в діяльності майнерів, як і те, що саме складає цю модель.
3. У розділі 3 (с. 127-130) було б доцільно навести план експерименту, що проводився з аудиторією криптовалютних експертів у професійній соціальній мережі LinkedIn.
4. У моделі часового ряду ціни біткоіна (розділ 3, с. 69) робиться припущення про залежність спостережень ряду ціни один від одного, однак не наводяться результати статистичних та інших тестів (наприклад, тести на детермінований хаос), які б підтверджували або спростовували цю гіпотезу.
5. У розділі 3 недостатньо повно описано, як формувалася множина входів наведеної моделі часового ряду біткоіна (с. 169-170).

Однак, викладені зауваження та дискусійні положення не зменшують теоретичної і науково-практичної цінності дисертаційної роботи Дека А.О. та не впливають на загальну позитивну її оцінку.

Загальний висновок

На підставі проведеного аналізу вважаю, що подана до захисту дисертаційна робота Дека Антона Олеговича на тему «Моделювання поведінки агентів ринку криптовалют» є завершеним науковим дослідженням, має вагоме наукове і практичне значення, отримані нові результати в сукупності розв'язують актуальне завдання розробки економіко-математичних моделей, що описують поведінку агентів ринку криптовалют в умовах впливу суб'єктивної та фактуальної інформації. Дисертаційна робота не містить запозичених висновків інших авторів та відповідає вимогам академічної доброчесності.

Тема і зміст дисертаційної роботи відповідають спеціальності 051 – «Економіка», задовольняють вимогам, передбаченим наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій» та постановою Кабінету Міністрів України від 06.03.2019 р. № 167 «Порядок проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», а її автор, Дек Антон Олегович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань «05 – Соціальні та поведінкові науки» за спеціальністю «051 – Економіка».

Офіційний опонент:

Доктор економічних наук, професор,
завідувач кафедри економічної кібернетики
економічного факультету
Запорізького національного університету



Наталія МАКСИШКО

Підпис *Максименко*
засвідчую *Н.К.*

НАЧАЛЬНИК
ВІДДІЛУ КАДРІВ



Григоренко