

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента, доктора філософії
з галузі знань 12 Інформаційні технології зі спеціальності
121 Інженерія програмного забезпечення,
доцента кафедри комп'ютерних наук та програмної інженерії
Херсонського державного університету
Полторацького Максима Юрійовича на дисертаційну роботу
Савченка Сергія Олександровича на тему
«Розроблення автоматизованої інформаційної системи фінансового
консультування для генерації персоналізованих інвестиційних портфелів»,
подану до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії за
спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення з галузі знань
12 Інформаційні технології.

Актуальність теми дослідження

Актуальність теми дисертаційної роботи Савченка С.О., присвяченої дослідженню та розробленню автоматизованої інформаційної системи фінансового консультування для генерації персоналізованих інвестиційних портфелів, обумовлена швидкою цифровою трансформацією фінансового сектору, поширенням FinTech-сервісів і зростанням попиту на персоналізовані інвестиційні рішення, що зумовлює необхідність створення автоматизованих фінансових консультантів (Robo-Advisor).

Автоматизовані фінансові консультанти (Robo-Advisors) – це інформаційні системи, що за певним алгоритмом надають певні види фінансових порад у сфері інвестування або страхування. Такі сервіси відносяться до сегменту управління активами у галузі фінансових технологій. Сучасні Robo-Advisor сервіси, що за останні роки зазнали значного розвитку на ринках Північної Америки, Європи та Азії, пропонують ряд переваг у порівнянні з традиційними інвестиційними організаціями: доступність, низький поріг входу для нових користувачів, можливість точного налаштування параметрів формування інвестиційного портфелю, можливість введення особистої накопичувальної системи пенсійного забезпечення та постійний онлайн-доступ до параметрів портфелю з можливістю його ребалансування.

На даний час в Україні такі автоматизовані системи практично відсутні, що робить задачу їх розроблення актуальним завданням для широкого кола інвесторів, з урахуванням їх індивідуальних особливостей, зокрема відсутності попереднього досвіду у сфері інвестування. Дисертаційна робота здобувача Савченка С. О. спрямована на вирішення цієї проблеми шляхом дослідження математичних моделей побудови інвестиційних портфелів; дослідження ефективності застосування різних методів машинного навчання для задач прогнозування цін на фінансові інструменти та формування персоналізованого інвестиційного портфелю; розробки та практичної імплементації алгоритму автоматичного ребалансування портфелю, що оцінює поточну ринкову ситуацію за допомогою різних фінансових індикаторів. В роботі представлено архітектуру Robo-Advisor системи та розроблені у відповідності до неї програмні модулі; описано експериментальні дослідження ефективності поєднання класичної портфельної теорії Гаррі Марковіца з сучасними методами машинного навчання, такими як множинна лінійна регресія та нейронні мережі з LSTM архітектурою, що використовуються для задач прогнозування цін на фінансові інструменти та автоматичного ребалансування портфеля.

В цілому актуальність дослідження обумовлена наступними факторами: світова тенденція до автоматизації фінансових порад; глобальними викликами, що підштовхують потенційних користувачів до пошуку автоматизованих і персоналізованих альтернатив на противагу традиційним інструментам збереження капіталу; відсутність національних RA-рішень; потреба в інтеграції ML-моделей для підвищення точності прогнозів і керування ризиками. Дисертація Савченка С. О. комплексно задовольняє ці умови, а тому її тематика є своєчасною, обґрунтованою та має потенціал для подальших наукових і практичних застосувань.

Зв'язок теми дисертації з науковими програмами, планами, темами університету та кафедри

Дисертаційне дослідження виконувалося в рамках двох держбюджетних кафедральних науково-дослідних робіт: “Аналіз даних у цифровому автоматизованому і персоналізованому раднику для формування інвестиційних портфелів клієнтів”, державний реєстраційний номер - 0122U201061, термін виконання - 2022-2027 рр. та “Виконання завдань перспективного плану

розвитку наукового напрямку «Технічні науки» в Херсонському державному університеті за період з 2021 по 2026 роки”, державний реєстраційний номер - 0122U000045, термін виконання - 2021-2026 рр.

Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та запропонованих автором рішень, висновків, рекомендацій

Основні наукові положення та висновки дисертаційної роботи мають належне теоретичне та методологічне обґрунтування. Теоретичні положення та практичні результати базуються на ґрунтовному аналізі понад 110 вітчизняних і зарубіжних джерел, програмній реалізації окремих модулів інформаційної системи та проведених експериментальних дослідженнях, результати яких підтверджують ефективність реалізованих алгоритмів для формування та ребалансування інвестиційного портфеля, а також поєднання класичних методів з методами машинного навчання.

Дисертаційна робота Савченка С. О. має цілісну будову, включає три розділи, що цілком розкривають її тему. Зміст роботи відповідає поставленим завданням дослідження, а саме:

- проведено аналіз сучасних програмних продуктів у сфері автоматизованого фінансового консультування; визначено переваги та недоліки Robo-Advisor систем;
- описано математичні моделі прийняття інвестиційних рішень та побудови інвестиційних портфелів за критерієм «доходність-ризик» для клієнтів із різною схильністю до ризику;
- виконано аналіз алгоритмів машинного навчання, що можуть застосовуватись для вирішення задач прогнозування часових рядів та формування інвестиційних портфелів; здійснено порівняння ефективності застосування різних алгоритмів машинного навчання для кожної із задач;
- спроектовано високорівневу архітектуру системи та виконано прикладну реалізацію основних програмних модулів системи автоматизованого фінансового консультування з алгоритмами пошуку, обробки та аналізу даних щодо курсів фінансових інструментів задля автоматизованого створення та оновлення (ребалансування) інвестиційних планів клієнтів.

Основні наукові положення, висновки та практичні рекомендації базуються на матеріалах власних досліджень автора, логічно витікають з

матеріалів дисертації і є науково обґрунтованими, чітко сформульованими та містять нові важливі науково-практичні узагальнення. Структура дисертаційного дослідження логічна, послідовна і у повному обсязі розкриває тему.

Наукова новизна одержаних результатів

Відповідно до поставленої мети в дисертаційній роботі обґрунтовано ряд наукових положень, висновків і рекомендацій, які становлять наукову новизну. Серед найбільш суттєвих наукових результатів дисертації варто виділити:

- Вперше описано та експериментально доведено ефективність методу формування персоналізованого інвестиційного портфелю, який поєднує класичну теорію портфельних інвестицій Гаррі Марковіца з методами машинного навчання для прогнозування цін фінансових інструментів, що дозволяє підвищити точність прогнозування та ефективність інвестиційних рішень;

- Автором розроблено алгоритм автоматичного ребалансування інвестиційного портфелю, який ґрунтується на поєднанні аналізу сигналів фінансових індикаторів з використанням LSTM нейронних мереж, що дозволяє своєчасно реагувати на зміни на фінансовому ринку;

- Набуло розвитку питання проєктування архітектури системи автоматизованого фінансового консультування, що включає модулі прогнозування цін, формування та ребалансування портфелю в єдиному інтегрованому рішенні.

Розроблені модулі системи фінансового консультування, що поєднують використання класичної портфельної теорії, аналіз ринкових даних та застосування методів машинного навчання, дозволяють ефективно вирішувати задачі формування та управління персоналізованими інвестиційними портфелями. Експериментальні дослідження підтвердили ефективність запропонованих підходів та алгоритмів.

Практичне значення результатів дослідження

Прикладним результатом дисертаційного дослідження Савченка С. О. є реалізація програмних модулів системи для генерації персоналізованих інвестиційних портфелів, яка може використовуватися клієнтами без спеціальних навичок у фінансовій галузі.

Під час виконання дисертаційного дослідження було розроблено архітектуру Robo-Advisor сервісу та комплексний методологічний підхід до створення системи автоматизованого фінансового консультування, що поєднує класичну модель Марковіца для формування оптимальних портфелів активів, методи машинного навчання для прогнозування та модель забезпечення постійного рівня споживання для визначення довгострокових цілей інвестора.

Експериментальне порівняння методів машинного навчання засвідчило перевагу рекурентної нейронної мережі LSTM: середнє абсолютне відхилення її прогнозів для валютних пар не перевищує 0,5%. Для завдання короткострокового прогнозування ціни закриття на основі цін відкриття та обсягів торгів найкращі результати продемонструвала множинна лінійна регресія, тоді як використання тижневих ковзних середніх суттєво знизило обчислювальні витрати без помітної втрати точності.

Розроблені алгоритми формування та ребалансування портфеля на основі LSTM-прогнозів та індикатора Support & Resistance забезпечили перевищення прибутковості стратегії «купи і тримай» на 6,06% за результатами моделювання на основі ринкових даних за 2021 р., водночас зменшивши максимальну просадку портфеля під час ринкової турбулентності. Таким чином, поєднання прогнозової компоненти та сигнального модуля знижує ризик і покращує відповідність очікуваної та фактичної доходності. У задачі початкового розподілу активів відповідно до профілю інвестора найвищу класифікаційну точність показала модель Random Forest, що визначає її як оптимальний інструмент для генерації стартових ваг портфеля.

У висновках до роботи вказуються й поточні фактори, що наразі перешкоджають повноцінному функціонуванню Robo-Advisor сервісу в Україні, адже через воєнний стан доступ до іноземних брокерських сервісів суттєво обмежений, що зменшує коло фінансових інструментів, із якими може працювати прототип Robo-Advisor. Це потребує додаткової адаптації алгоритмів під ті активи, що реально доступні інвесторам у воєнний період. Подальший розвиток дослідження може бути сфокусований на використанні технологій

штучного інтелекту, таких як генеративні моделі, зокрема великі мовні моделі (LLM), які вже застосовують для аналізу новин, оцінки ринкових настроїв і формування персоналізованих порад.

Повнота опублікування результатів дисертації та особистий внесок здобувача до всіх наукових публікацій, опублікованих зі співавторами та зарахованих за темою дисертації

Основні наукові положення, висновки та отримані результати повною мірою висвітлені у 6 роботах у виданнях Springer та CEUR-WS, що індексуються в наукометричній базі Scopus.

Публікації 1-2 присвячено проектуванню архітектури Robo-Advisor системи, розробці модуля прогнозування цін на різні типи фінансових інструментів та порівняння ефективності різних методів машинного навчання. Публікація 3 висвітлює процес розробки чат-боту, який допомагає формалізувати довгострокові інвестиційні цілі інвестора, публікації 4-6 присвячено розробленню то оцінці ефективності методів формування та ребалансування інвестиційних портфелів із застосуванням технологій машинного навчання.

1. Savchenko S., Kobets V. Development of Robo-Advisor System for Personalized Investment and Insurance Portfolio Generation. CCIS Series volume of ICTERI 2021 Workshops Proceedings, Volume 1635, chapter 14. 2022. pp 213–228. https://doi.org/10.1007/978-3-031-14841-5_14
2. Savchenko, S., Kobets, V. Development of Software Architecture and Machine Learning Modules of Robo-Advisor System for Personalized Investment Portfolio Generation. Communications in Computer and Information Science, Volume 1698. Springer, Cham. 2022. pp 153–179. https://doi.org/10.1007/978-3-031-20834-8_8
3. Kobets V., Savchenko S. Using Telegram Bots for Personalized Financial Advice for Staff of Manufacturing Engineering Enterprises. Advances in Design, Simulation and Manufacturing V - Proceedings of the 5th International Conference on Design, Simulation Manufacturing: The Innovation Exchange, DSMIE-2022. 2022. pp 561–571. https://doi.org/10.1007/978-3-031-06025-0_55

4. Kobets V., Savchenko S. Building an Optimal Investment Portfolio with Python Machine Learning Tools. CEUR Workshop Proceedings, Volume 3347. 2022. pp. 307–315. https://ceur-ws.org/Vol-3347/Short_1.pdf
5. Savchenko, S., Kobets, V. Increasing Investment Portfolio Profitability with Computer Analysis Trading Strategies. Communications in Computer and Information Science, 2023, 1980, pp. 252–264. https://doi.org/10.1007/978-3-031-48325-7_19
6. Savchenko, S., Kobets, V. Allocation of Investment Portfolio Assets Classes Using Machine Learning. Information and Communication Technologies in Education, Research, and Industrial Applications. ICTERI 2024. Communications in Computer and Information Science. Volume 2359. 2025. pp. 285–296. https://doi.org/10.1007/978-3-031-81372-6_21

У друкованих роботах здобувача достатньо повно відображені сутність основних отриманих результатів виконаного дослідження та їх наукова новизна. Публікації відповідають вимогам до наукових статей, встановлених МОН України. Основні наукові положення та висновки чітко сформульовано, відповідно поставленим задачам наукової роботи.

Відомості про апробацію результатів дисертації

Основні наукові положення та висновки дисертаційної роботи неодноразово доповідалися та обговорювалися на науково-практичних конференціях міжнародного рівня:

- Воркшоп Міжнародної наукової конференції ICTERI (м. Херсон, 2021 р.);
- Міжнародна наукова конференція DSMIE (м. Познань (Польща), 2022 р.);
- Міжнародна наукова конференція IT&I (м. Київ, 2022 р.);
- PhD симпозиум конференції ICTERI (м. Івано-Франківськ, 2023 р.);
- PhD симпозиум конференції ICTERI (м. Львів, 2024 р.).

Загальні висновки щодо дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Савченка С. О. на тему «Розроблення автоматизованої інформаційної системи фінансового консультування для генерації персоналізованих інвестиційних портфелів» на здобуття наукового

ступеня доктора філософії за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення розкриває актуальне науково-практичне завдання розробки інформаційної системи фінансового консультування для генерації персоналізованих інвестиційних портфелів. Робота є завершеним самостійним дослідженням, в якому розв'язано важливу науково-прикладну проблему – підвищення ефективності й доступності інвестиційного консультування шляхом розроблення інтелектуальної інформаційної системи для формування та управління персоналізованими інвестиційними портфелями. За актуальністю, об'ємом і рівнем проведених досліджень, науковою новизною і практичною значимістю відповідає вимогам, що пред'являються до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Зважаючи на вищесказане, здобувач Савченко Сергій Олександрович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення з галузі знань 12 Інформаційні технології.

Офіційний рецензент
ПОЛТОРАЦЬКИЙ

доктор філософії з галузі знань
12 Інформаційні технології,
доцент кафедри комп'ютерних наук
та програмної інженерії ХДУ

Максим