

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет комп'ютерних наук, фізики та математики
Кафедра комп'ютерних наук та програмної інженерії

**РОЗРОБКА ЗАСТОСУНКУ
ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ФІНАНСОВОГО
КОНСУЛЬТУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ОСІБ ПРИ ФОРМУВАННІ
ДОВГОСТРОКОВИХ ФІНАНСОВИХ ЦІЛЕЙ**

Кваліфікаційна робота (проєкт)

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

Виконав: студент 2 курсу 261М групи
Спеціальності
126 «Інформаційні системи та
технології»

(шифр, назва)

Освітньо-професійної програми:
«Інформаційні системи та технології»

(назва)

Петров Олександр Володимирович

Керівник: доктор економічних наук,
професор Кобець В.М.

Рецензент: доктор філософії з інженерії
програмного забезпечення, викладач
Полторацький М.Ю.

Херсон – 2022

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ПОВЕДІНКА АВТОМАТИЗОВАНОГО ФІНАНСОВОГО КОНСУЛЬТАНТА ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАБІЛЬНИХ ДОХОДІВ ІНВЕСТОРАМ	5
1.1. Типи, цілі та характеристики автоматизованих фінансових консультантів.....	5
1.2. Показники ефективності інвестиційного портфеля при алгоритмічній торгівлі.....	9
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНИХ ФІНАНСОВИХ КОНСУЛЬТАНТІВ ДЛЯ ДОВГОСТРОКОВИХ ІНВЕСТИЦІЙНИХ СТРАТЕГІЙ ТА LIVE-TRADE БОТІВ	14
2.1. Підтримка процесу прийняття інвестиційного рішення за різними інвестиційними планами за допомогою робо-консультанта	14
2.2. Класифікація інвесторів за основними ознаками.....	15
2.3. Алгоритмічна модель автоматизованого фінансового консультанта з вибором програми інвестицій.....	17
РОЗДІЛ 3. ФУНКЦІОНАЛ АВТОМАТИЗОВАНОГО ФІНАНСОВОГО КОНСУЛЬТАНТУ ПРИ ВИБОРІ СТРАТЕГІЙ ІНВЕСТУВАННЯ	20
ВИСНОВКИ	25
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	27

ВСТУП

Актуальність дослідження. Одна з головних причин використання автоматизованих фінансових консультантів полягає в тому, що найближчим часом інвестування у традиційні фінансові інструменти (депозити, облігації) приносить дохідність близьку до нульової. Одним із перспективних варіантів отримання доходу інвестором для досягнення своїх цілей стануть автоматизовані фінансові консультанти, які містять вбудовані алгоритми для визначення активів інвестиційних портфелів як на короткі проміжки часу, так і на тривалу перспективу. Також Live Trade боти зможуть забезпечити достатній рівень пасивного доходу інвесторам, що є привабливою альтернативою, у порівнянні з порадами традиційних людських радників.

Завдання автоматизованого фінансового консультанта – допомогти інвестору, який тривалий час інвестує у фінансові інструменти, щоб забезпечити постійний пасивний дохід алгоритмічними методами.

Об’єкт дослідження: алгоритмічна торгівля

Предмет дослідження: автоматизовані фінансові консультанти для досягнення дострокових цілей інвесторів.

Мета дослідження: розробити інвестиційний план для профайлів інвесторів з урахуванням їх схильності до ризику за допомогою аналізу даних сервісом автоматизованих фінансових консультантів (robo-advisers).

Завдання дослідження:

- 1) зробити огляд автоматизованих фінансових консультантів;
- 2) побудувати модель робо-консультанта для аналізу даних задля персоналізованого прийняття інвестиційних рішень;
- 3) розробити фінансового помічника для трейдингу у реальному часі.

Методи і технології дослідження. SWOT-аналіз послуг автоматизованих фінансових консультантів (АФК) (порівняльні характеристики робо-консультантів), алгоритмічні методи (обчислення ризику і прибутковості), вбудовані алгоритми (визначення стратегії інвестування з урахуванням

профілю інвестора). Програмне забезпечення для розрахунку фінансових показників інвестування розроблені з використанням низки технологій: Python 3.1, Anaconda Prompt framework, Jupyter Notebook.

Результати. Розглянутий функціонал боту для трейдингу у реальному часі дозволяє інвестору, з урахування співвідношення його доходності і ризику, визначати комбінацію фінансових інструментів, які найбільше відповідають профілю інвестору і є альтернативою традиційним людським фінансовим консультантам. Розроблений робо-консультант призначено насамперед для приватних інвесторів, які тривалий час інвестують у фінансові інструменти, щоб забезпечити постійний пасивний дохід для досягнення власних інвестиційних цілей (недержавні пенсійні заощадження тощо).

Структура роботи включає вступ, 3 розділи, висновки, список використаних джерел. У першому розділі проаналізована поведінка автоматизованого фінансового консультанта для забезпечення стабільних доходів інвесторам. Другий розділ включає розробку автоматизованих фінансових консультантів для довгострокових інвестиційних стратегій та Live-Trade ботів. Третій розділ демонструє функціонал робо-консультантів і вибір стратегій інвестиційних портфелів.

РОЗДІЛ 1.
ПОВЕДІНКА АВТОМАТИЗОВАНОГО ФІНАНСОВОГО
КОНСУЛЬТАНТА ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАБІЛЬНИХ ДОХОДІВ
ІНВЕСТОРАМ

1.1. Типи, цілі та характеристики автоматизованих фінансових консультантів

Сучасна портфельна теорія (МРТ) Г. Марковиця ґрунтується на двох основних факторах: яризикі та очікуваній прибутковості. У цьому випадку інвестор обирає портфель з найбільшою прибутковістю і найнижчим ризиком. Метою інвестування є отримання більшого прибутку з меншим ризиком [1]. Створюючи інвестиційний портфель, інвестор може діяти в двох можливих ситуаціях: повна невизначеність (інвестор не може визначити ймовірності сценарію) та умовах ризику (ймовірності можна визначити). Нині для уточнення моделі можна додати ще один фактор – толерантність до ризику або неприйняття ризику, на яку впливають різні фактори, що описується коефіцієнтом Ерроу-Пратта. Це справедливо лише в тому випадку, якщо інвестор поводить раціонально: він може прорахувати різні сценарії, визначити корисність, максимізувати вигоду, завжди вибрати найкращий варіант серед альтернатив.

Однак навіть досвідчені інвестори часто приймають суперечливі, а іноді й неправильні фінансові рішення щодо, наприклад, недиверсифікованого інвестиційного портфелю чи концентрації ризику. Автори [2] пояснюють це низьким рівнем фінансової грамотності та популярністю керованих та пайових інвестиційних фондів [2]. Більше того, як правило, головна проблема помилок інвесторів у когнітивних обмеженнях.

Згідно з дослідженням Д. Канемана, рішення, що приймаються економічними суб'єктами, зазвичай відрізняються від тих, які приймаються за моделлю «homo economicus» [3]. Кемпбелл наполягає, що «домашні

господарства не заощаджують і інвестують не за нормативними моделями» [4]. Отже, вони «як правило, мають недостатньо диверсифіковані акції та низький рівень пенсійних заощаджень» [2]. Де Бондт стверджує, що, інвестуючи, люди забувають основні принципи та закони інвестування, покладаються на інтуїцію та інші фактори, а не на кількісні показники [5].

Це справедливо не лише для приватних інвесторів, а й для досвідчених, фінансово грамотних менеджерів: «навіть топ-менеджери бізнесу, які зазвичай мають високу освіту, приймають рішення через надмірну впевненість і особистий досвід» [2]. Більше того, «навіть Марковиць, розробник сучасної портфельної теорії (СПТ), не використовував СПТ у своєму власному портфелі», а просто створює портфель як поєднання акцій та облігацій 50/50 [6].

Зростання обсягів даних, нерозуміння інформаційних взаємозв'язків, низький рівень фінансової грамотності економічних суб'єктів, проблема когнітивних обмежень посилюватиметься. Більше того, Е. Бікас стверджує, що інвестування у фінансові ринки стає все більш популярним [7]. Це вимагає використання автоматизованих інструментів прийняття фінансових та інвестиційних рішень.

Метою даної роботи є розробка комп'ютерного програмного модуля для визначення стратегії і прийняття інвестиційних рішень, що найбільше відповідають уподобанням інвестора «ризик-прибутковість» при досягненні персональних фінансових цілей.

Для оцінки фінансового ризику використовуються економічні, статистичні та аналогові методи, експертні думки. Економіко-статистичні методи оцінюють фінансовий ризик за такими показниками: середнє значення прибутку інвестора як випадкова величина (фактор ризику); дисперсія; стандартне відхилення прибутку; напівстандартне відхилення; коефіцієнт варіації; розподіл імовірності прибутку. Функція щільності нормального розподілу дозволяє розрахувати ймовірність отримання прибутку. Вартість під ризиком (VaR) або «інвестиційний ризик» — це інтегральний показник

ризик, який може порівнювати ризики різних інвестиційних портфелів та різних фінансових інструментів. VaR показує впевненість $x\%$ (з ймовірністю $x\%$), що втрати інвестора не перевищать у грошових одиницях протягом наступних n днів. У цьому твердженні значення x є VaR, що є функцією двох параметрів: часового горизонту n і рівня довіри x [8].

Характеристики приватних та інституційних інвесторів впливають на ймовірність використання стабільних автоматизованих фінансових консультантів (АФК), а ймовірність їх використання в 1,53 рази вища серед молодих і досвідчених інвесторів [9]. АФК використовують математичні алгоритми і штучний інтелект, щоб консультувати клієнтів і повторно взаємодіяти з людьми. «Хоча на людей можуть впливати емоції, тож це призводить до неправильних інвестиційних рішень, АФК стверджують, що не мають упередженості» [9]. Пандемія COVID-19 була першим тестом для АФК, і це показало інвесторам, «що онлайн-сервіси є життєво важливими для інвестиційних цілей», які використовують переважно біржові фонди (ETF).

Вимоги політики ЄС щодо класифікації стійких та нестійких інвестицій та конкуренції між АФК мають тенденцію до етичного інвестування з використанням зелених інвестицій для боротьби зі змінами клімату.

Автори [10] продемонстрували, що стійке споживання інвестора «трансформується у більш високу ймовірність вибору портфеля відповідно до стратегії сталого інвестування». «Споживачі, схильні до стабільності, швидше за все, оберуть зеленого автоматизованого фінансового консультанта, який пропонує стратегії сталого інвестування, навіть якщо це вимагає більших витрат на управління» [10]. «Соціально відповідальне інвестування – це можливість для інвесторів інвестувати відповідно до своїх особистих цінностей» [10]. У той же час, диверсифікація портфеля зелених інвестицій зменшується і створює вищі витрати АФК.

Відповідно до перспективи доходності і віддачі від інвестицій, важливо розрізняти звичайні (не враховуючи вплив інвестицій на навколишнє середовище) або стійкі (наприклад, віддача від зелених інвестицій)

інвестиційні рішення. Це означає, що компроміс між соціальними та фінансовими прибутками також залежить від уподобань інвесторів щодо корисності. Це можна зробити шляхом впровадження розумних алгоритмів та інструментів штучного інтелекту [9].

Можна виділити 3 різні типи РА (рис. 1), які мають відмінні ознаки (табл. 1) [9].

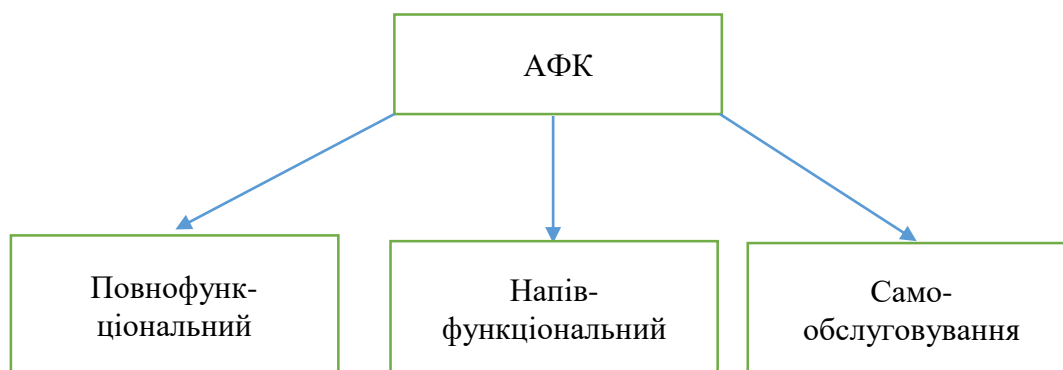


Рис. 1.1. Типи АФК

Таблиця 1.1.

Типи, цілі та характеристики АФК

Типи АФК	Характеристики АФК	Цілі АФК
Повнофункціональний АФК (робо-менеджери)	моніторинг бізнес процесів АФК для захисту інвесторів послідовні рекомендації для задоволення складних і динамічних інвестиційних вимог перерозподіли в межах інвестиційних портфельів.	послуга автоматизованого управління портфелем (автоматизоване прийняття рішень) у довгостроковому періоді (понад 10 років)
Напівфункціональний АФК (традиційний або гібридний сервіс)	завжди вимагати згоди інвестора на виконання дій щодо купівлі-продажу фінансових інструментів; відсоток ваги фінансових інструментів може змінюватися; наступальна частка визначається акціями, тоді як захисні аспекти відносяться до консервативних інвестицій, таких як облігації. лише пропозиція портфелю після початкової консультації з людиною - фінансовим радником	надання інвестиційних пропозицій від АФК не має мандату на автономне виконання замовлень, а діє як інвестиційний посередник у середньостроковий період (5-10 років)

Самообслуговуючий АФК	самообслуговуючий АФК не виконує замовлення та не відкриває рахунок у цінних паперах джерело інформації для отримання інвестиційних пропозицій; для отримання додаткової інформації або інвестиційних пропозицій з метою перевірки; свобода вибору сприяє високому рівню автономії інвесторів	надавати інформацію інвестору, тим самим допомагаючи в процесі прийняття рішень щодо самостійного управління портфелем у короткостроковому періоді (1-3 роки)
-----------------------	--	---

Характеристики інвестора (стать, вік, освіта, поінформованість про витрати, екологічні аспекти) відіграють значну роль для ймовірності інвестування через сервіс автоматизованого фінансового консультування [9]. Переважно люди поважного віку вважають за краще використовувати стабільний АФК [9].

1.2. Показники ефективності інвестиційного портфеля при алгоритмічній торгівлі

АФК надає складні методи оцінки з використанням штучного інтелекту, але все ще має властивість пояснити отриманий результат. Інвестори, які потребують більшої допомоги АФК, рідше користуються цими послугами через відсутність довіри. З цієї причини багатьом зацікавленим сторонам (інвесторам, споживачам, регуляторним і наглядовим органам) необхідно розуміти не лише результат інвестиційної рекомендації, а й сам процес формування рекомендації та його наслідки через потребу довіряти цим рекомендаціям [11].

АФК «покладаються на алгоритмічні стратегії торгівлі, які можуть бути розроблені автоматично, без будь-яких людських рішень у процесі» [12]. Існують якісні та кількісні відмінності між АФК всередині країни та між різними країнами (США, Великобританія, ЄС).

«Мета якісного аналізу полягає у використанні заздалегідь визначених критеріїв для кращого розуміння неоднорідності підходу АФК до вибору та

подальшого управління інвестиційним портфелем» [12]. Якісні критерії в галузях права, економіки та інформатики наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2.

Якісні критерії АФК

Якісні критерії	Опис критеріїв	Коментарі (приклад)
тип АФК	включаючи інформацію про унікальність бізнес-моделі АФК та їх алгоритми	Біла книга АФК
Обсяг активів під управлінням (AUM)	має бути створена всеосяжна база даних з історичними рядами динаміки	ринки США, Великобританії, Німеччини від найбільшого до найменшого AUM
Наявність даних про інвестиційний портфель	пошук та обробка даних про фінансові інструменти (акції, ETF, криптовалюти, нерухомість, дорогоцінні метали, валюти, товари)	Відкриті дані:: https://finance.yahoo.com , https://www.ariva.de
Специфічні для країни нормативні вимоги	різні оподаткування, збори, мінімальна сума інвестицій	комісія від 0 до 2,5% від AUM
кількість класів ризику	від низьких і середніх класів ризику до високих рівнів ризику	розрізняють від 3 до 23 класів ризику
тип необхідного ребалансування портфеля	ребалансування інвестиційного портфелю, якщо перевищено певне порогове значення	Як правило, порогове значення змінюється від 3% до 20%

Нарешті, інвестиційні рішення можуть бути пов'язані з низкою різних факторів [13]. Суть концепції полягає в тому, що фінансові інструменти інвестиційного портфеля мають бути диверсифікованими за різними строками, видами та модифікаціями, що випускаються корпораціями різних галузей і географічних місць [14].

Модель оптимізації та перелік формул оптимізації включає кількісні критерії та показники ефективності для розробки дизайну інвестиційного портфеля та відповідної оцінки фінансових вигід (Таблиця 1.3). Чим більше коефіцієнт Шарпа, відношення VaR, коефіцієнт Сортіно, тим успішнішою є інвестиційна стратегія. Після порівняння кількох портфелів більше значення означає кращу ефективність інвестицій. \bar{r} – доходність інвестиційного портфеля, r_f – безризикова процентна ставка, r_z – прийнятний рівень ризику,

σ_p – стандартне відхилення портфеля, VaR_{CL} означає VaR для певного довірчого рівня. Відмінності між АФК насамперед є специфічними для компанії, вони обумовлені бізнес-моделлю та зосереджені на конкретних потребах інвестора [12].

Таблиця 1.3.

Показники ефективності інвестиційного портфеля

Вимірники ефективності	Формула
Проста річна прибутковість \bar{r}	$\bar{r} = \frac{\sum_{i=1}^n r_i}{n}$
Річна волатильність σ_p	$\sigma_p = \frac{\sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2}{n}$
Річний VaR $VaR_{annual}^{95\%}$	$VaR_{annual}^{95\%} = (5\% - \text{quantile}(r_i) + 1)^{12} - 1$
Максимальна просадка портфелю MD	$MD = -\text{minimum} \left(\text{vector} \left(\frac{\Pi_i(1 + r_i)}{\text{cummul max} \Pi_i(1 + r_i)} - 1 \right) \right)$
Коефіцієнт Шарпа SR_p	$SR_p = \frac{r_p - r_f}{\sigma_p}$
Коефіцієнт VaR VR_p	$VR_p = \frac{r_p - r_f}{VaR_{CL}}$
Коефіцієнт Сортіно SO_p	$SO_p = \frac{r_p - r_z}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n [\max(r_z - r_t; 0)]^2}}$

Інвестори, які вважають, що штучний інтелект (ШІ) більш здібний, ніж інтелект людини, швидше за все, скористаються алгоритмічними порадами АФК [15]. «Алгоритмічні поради – це автоматизація надання професійних порад експертними системами, які взаємодіють зі споживачами замість висококваліфікованих спеціалістів» [15]. «Неприйняття алгоритмів є вищим, коли унікальність людини має велике значення, а завдання інтуїтивні і суб’єктивні, але вони не піддаються кількісній оцінці та не є об’єктивними» [15]. «Споживачі, які вірять, що ШІ більш спроможний, ніж людський інтелект, з більшою ймовірністю приймуть алгоритмічні поради лише тоді, коли усвідомлять, що складність завдань висока» [15]. Дослідження рекомендацій щодо штучного інтелекту показують, що підвищення точності рішень є основним стимулом для інвесторів використовувати АФК. Менеджери з фінансових технологій можуть сегментувати своїх клієнтів

відповідно до різних уявлень про ШІ, і вони можуть запропонувати різні види інвестицій і страхових консультацій для різних сегментів.

«Більшість споживачів все ще віддають перевагу людям-фінансовим консультантам через відсутність у АФК «людського дотику» та людської здатності розуміти та персоналізувати інвестиційні поради для індивідуальних фінансових ситуацій споживачів» [16]. Таким чином, розмовні, на відміну від нерозмовних АФК, збільшують ймовірність для споживачів дотримуватися рекомендацій щодо інвестиційного портфеля, навіть якщо порада не узгоджується з фактичним профілем ризику або включає більші річні комісії. Розмовні АФК (які володіють функціями динамічного спілкування, заснованого на діалозі та почергової комунікації) і нерозмовні АФК (які володіють статичним, самозвітним та одностороннім спілкуванням) мають відмінні риси. Таким чином, антропоморфний дизайн та інтерфейс АФК може позитивно вплинути на задоволеність послугами інвестора та ефективність АФК [16]. Більш високий рівень довіри в розмові, у порівнянні з нерозмовним АФК, підвищує готовність інвесторів прийняти рекомендований фінансовий портфель [16].

Інструмент підтримки прийняття рішень значною мірою залежить від його зручності використання та небажання займатися управлінням інвестиційними питаннями з АФК [17]. Вимоги до принципів проектування АФК складаються з (1) простоти використання (забезпечення простоти взаємодії з АФК); (2) ефективності роботи (підтримка здатності користувачів досягати своїх цілей у очікуваний час); (3) обробки інформації та когнітивного перевантаження (допомога користувачам в обробці інформації за допомогою пояснювального відео простою мовою); (4) консультативної прозорості (забезпечує розкриття витрат і активів). Необхідно використовувати різні конструкції АФК, щоб покращити послуги та досвід користувачів.

Фінансові помилки недосвідчених інвесторів, «які є найбільшою частиною населення, відрізняються для різних людей (наприклад, низькі статистичні навички) і в різних ситуаціях (наприклад, стрес, когнітивне

перевантаження тощо)», тому недосвідчені інвестори потребують хорошої підтримки прийняття рішень [18]. Мультимодальний моніторинг користувачів включає вимірювання фізіологічних станів користувачів (наприклад, збудження або когнітивне навантаження). Це допомагає оцінити внутрішні стани, стимули та ставлення до ризику користувача як важливий пробіл у дослідженнях.

Це передбачає необхідність дослідити, як оптимально спроектувати АФК для цілей розрахунку стабільного доходу для інвестора з використанням премії за ризик за прийнятного для інвестора фінансового ризику. АФК може надати такі поради інвесторам щодо різних портфелів з меншим ризиком або без нього.

Для самообслуговуючого АФК передбачена свобода дій – це здатність інвесторів відмінити рекомендації робототехнічних консультантів [19]. «Робот-консультанти, які надають більшу свободу дій, дозволяють інвесторам змінювати ваги фінансових інструментів в інвестиційному портфелі, запропоновані алгоритмом» [19]. Інвестори також можуть вибрати, чи слід впроваджувати запропоновані алгоритмом рекомендації чи змінювати їх вручну.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНИХ ФІНАНСОВИХ КОНСУЛЬТАНТІВ ДЛЯ ДОВГОСТРОКОВИХ ІНВЕСТИЦІЙНИХ СТРАТЕГІЙ ТА LIVE-TRADE БОТІВ

2.1. Підтримка процесу прийняття інвестиційного рішення за різними інвестиційними планами за допомогою робо-консультанта

Для реалізації практичної частини було розроблено програмний модуль автоматизованого фінансового консультанта з використанням технології Python Anaconda та Python Jupyter. У своєму остаточному вигляді робо-консультант (АФК) має архітектуру, зображену на рис. 2.1.

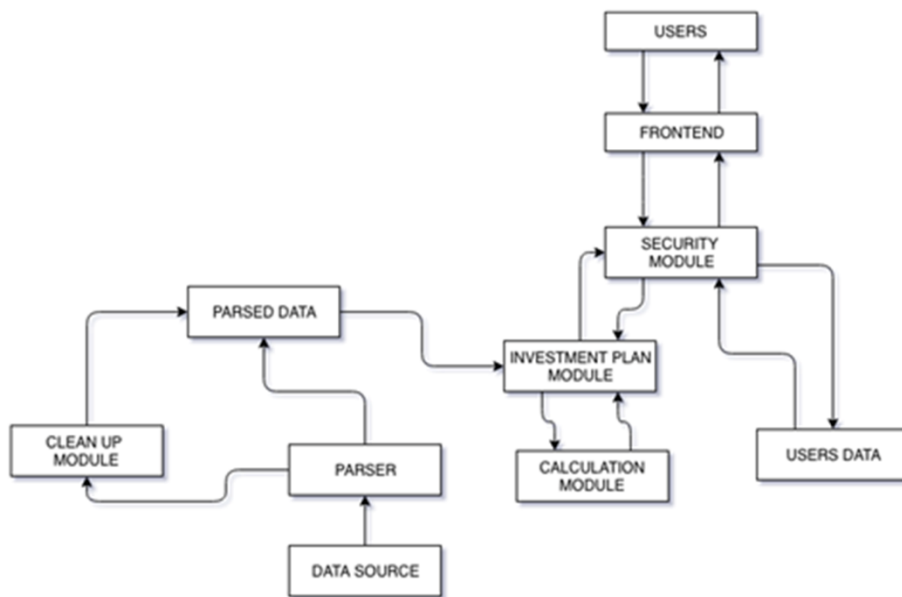


Рис. 2.1. Архітектура автоматизованого фінансового консультанта

Огляд практичного модуля. Користувачеві необхідно пройти реєстрацію або якщо він вже зареєстрований увійти в сервіс на сайті або у окремому додатку. Перевага розробленого додатку у короткій реєстрації без збору конфіденційної інформації. Усе, що потрібно для реєстрації, - це підтвердити свій мобільний номер телефону, після чого Вам буде надано 3 дні для використання та тестування автоматизованого фінансового консультанта на

демо-рахунку. Далі у користувача буде можливість обирати один із планів інвестування, виходячи з особистих переваг. Усі інвестиційні портфелі поділяються на 3 категорії: низький, середній та високий ризик. Після вибору одного з них Вам будуть доступні декілька інвестиційних планів. У цьому додатку Ви зможете знайти різні сервіси, починаючи від створення диверсифікованого інвестиційного портфелю до придбання послуг автоматизованого фінансового консультанта, які будуть автоматизовано торгувати на таких платформах як Binance у режимі реального часу. При використанні будь-якого продукту Ви у реальному часі будете бачити усі операції, які виконує бот, усі відкриті та закриті транзакції, час і дату закриття транзакції, купівлю/продаж того чи іншого фінансового інструменту.

2.2. Класифікація інвесторів за основними ознаками

За цілями інвестування виділяють стратегічних і портфельних інвесторів:

- *Стратегічний інвестор* характеризується як суб'єкт інвестиційної діяльності, що має на меті придбання контрольного пакету акцій (переважної частки статутного капіталу) для забезпечення реального управління підприємством відповідно до власної концепції його стратегічного розвитку.

- *Портфельний інвестор* постає як суб'єкт інвестиційної діяльності, що вкладає свій капітал у різноманітні об'єкти (інструменти) інвестування виключно з метою отримання інвестиційного прибутку. Такий інвестор не ставить за мету реальну участь в управлінні стратегічним розвитком підприємств-емітентів.

За критерієм орієнтації на інвестиційний ефект інвесторів поділяють на такі види:

- орієнтований на *поточний* інвестиційний дохід. Такий інвестор формує свій інвестиційний портфель переважно за рахунок короткострокових фінансових вкладень, а також окремих довгострокових інструментів

інвестування, що дають регулярний поточний дохід (наприклад, купонних облігацій);

- орієнтований на приріст капіталу у *довгостроковому* періоді. Такий інвестор вкладає свій капітал переважно у реальні операційні активи підприємства, а також у довгострокові фінансові інструменти інвестування (акції, довгострокові безкупонні облігації тощо);

- орієнтований на *позаекономічний* інвестиційний ефект. Такий інвестор, вкладаючи свій капітал в об'єкти інвестування, ставить перед собою соціальні, екологічні та інші позаекономічні цілі, не розраховуючи на отримання інвестиційного прибутку.

За критерієм інвестиційних ризиків інвесторів поділяють таким чином:

- *несхильний до ризику*. Таким терміном характеризують суб'єктів інвестиційної діяльності, які уникають здійснення середньо- та високоризикових інвестицій, навіть незважаючи на справедливе відшкодування зростання рівня ризику додатковим рівнем інвестиційного доходу;

- *нейтральний до ризику*. Цим терміном характеризують суб'єктів інвестиційної діяльності, які згодні приймати інвестиційний ризик лише у разі, якщо він пропорційно компенсований додатковим рівнем інвестиційного доходу;

- *схильний до ризику*. Таким терміном характеризують суб'єктів господарювання, схильних на інвестиційний ризик навіть у тих випадках, коли він недостатньо (непропорційно) компенсований додатковим рівнем інвестиційного доходу.

За менталітетом інвестиційної поведінки, що визначається вибором інвестицій за шкалою їх прибутковості та ризику, виділяють такі групи інвесторів:

- *консервативний* – суб'єкт господарювання, який обирає об'єкти (інструменти) інвестування за критерієм мінімізації рівня інвестиційних ризиків, незважаючи на відповідно низький рівень очікуваного для них

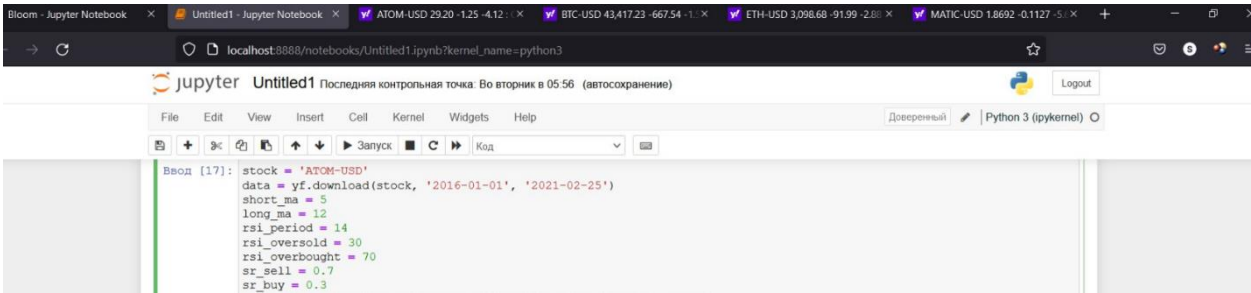
інвестиційного доходу. Такий інвестор дбає насамперед про забезпечення надійності (безпеки) інвестицій;

- *помірний* – суб'єкт господарювання, який обирає об'єкти (інструменти) інвестування, рівень прибутковості та ризику яких приблизно відповідають середньоринковим умовам (за відповідним сегментом ринку);

- *агресивний* – суб'єкт господарювання, який обирає об'єкти (інструменти) інвестування за критерієм максимізації поточного інвестиційного доходу, незважаючи на супутній їм високий рівень ризику.

2.3. Алгоритмічна модель автоматизованого фінансового консультанта з вибором програми інвестицій

Розглянемо роботу розробленого нами автоматизованого фінансового консультанта. Для початку треба визначити дні закриття та межі покупки/продажу фінансових інструментів для різних стратегій (рис. 2.2). Так при зниженні курсу фінансового інструменту до 70% від початкової вартості, відбувається продаж, а при підвищенні ціни на 30%, у порівнянні з початковою вартістю, відбувається автоматичний продаж фінансового інструменту.



```
Ввод [17]: stock = 'ATOM-USD'
data = yf.download(stock, '2016-01-01', '2021-02-25')
short_ma = 5
long_ma = 12
rsi_period = 14
rsi_oversold = 30
rsi_oversold = 70
sr_sell = 0.7
sr_buy = 0.3
```

Рис. 2.2. Межі алгоритмічної торгівлі для купівлі-продажу фінансових інструментів

Після цього збираються дані про ціну закриття фінансового інструменту у визначеному періоді часу та визначаються потрібні параметри для розрахунку дохідності та ризику даного активу (рис. 2.3).

```

data['MA' + str(short_ma)] = data['Close'].rolling(short_ma).mean()
data['MA' + str(long_ma)] = data['Close'].rolling(long_ma).mean()
data['return'] = data['Close'].pct_change()
data['Up'] = np.maximum(data['Close'].diff(), 0)
data['Down'] = np.maximum(-data['Close'].diff(), 0)
data['RS'] = data['Up'].rolling(rsi_period).mean()/data['Down'].rolling(rsi_period).mean()
data['RSI'] = 100 - 100/(1 + data['RS'])
data['S&R'] = (data['Close']/(10**np.floor(np.log10(data['Close']))))%1

```

Рис. 2.3. Формули для обчислення доходності та ризику фінансових інструментів

Далі відбувається опис сигналів покупки/продажу фінансових інструментів та встановлення рамок торгів (рис. 2.4)

```

BnH_return = np.array(data['return'][start+1:])
MACD_return = np.array(data['return'][start+1:]) * np.array(data['MACD_signal'][start:-1])
RSI_return = np.array(data['return'][start+1:]) * np.array(data['RSI_signal'][start:-1])
SR_return = np.array(data['return'][start+1:]) * np.array(data['S&R_signal'][start:-1])

```

Рис. 2.4. Опис сигналів покупки/продажу фінансових інструментів

На наступному кроці в чат боті розрахунок доходу інвестора від придбання/купівлі фінансового інструменту за допомогою різних стратегій (рис. 2.5):

```

BnH = np.prod(1+BnH_return)**(252/len(BnH_return))
MACD = np.prod(1+MACD_return)**(252/len(MACD_return))
RSI = np.prod(1+RSI_return)**(252/len(RSI_return))
SR = np.prod(1+SR_return)**(252/len(SR_return))

```

Рис. 2.5. Обчислення доходів від активу для різних стратегій інвестування

Далі робимо розрахунок ризиків для різних стратегій, ґрунтуючись на ціну закриття фінансових інструментів попередніх періодів (рис. 2.6)

```

BnH_risk = np.std(BnH_return) * (252)**(1/2)
MACD_risk = np.std(MACD_return) * (252)**(1/2)
RSI_risk = np.std(RSI_return) * (252)**(1/2)
SR_risk = np.std(SR_return) * (252)**(1/2)

```

Рис. 2.6. Обчислення рівня ризиків від активу для різних стратегій інвестування

На основі усіх отриманих результатів ми робимо прогнозування на наступний період часу (місяць) для певного фінансового інструменту з використанням різних стратегій (рис. 2.7).

```
print('доходность и риск стратегии Buy-and-Hold ' + str(round(BnH*100,2))+'%' и ' + str(round(BnH_risk*100,2)) + '%')
print('доходность и риск стратегии скользящих средних ' + str(round(MACD*100,2))+'%' и ' + str(round(MACD_risk*100,2)) + '%')
print('доходность и риск стратегии RSI ' + str(round(RSI*100,2))+'%' и ' + str(round(RSI_risk*100,2)) + '%')
print('доходность и риск стратегии поддержка и сопротивление ' + str(round(SR*100,2))+'%' и ' + str(round(SR_risk*100,2)) + '%')
```

< Активация Window
Чтобы активировать Wind...

доходность и риск стратегии Buy-and-Hold	133.91%	и	81.97%
доходность и риск стратегии скользящих средних	156.57%	и	81.92%
доходность и риск стратегии RSI	63.66%	и	49.85%
доходность и риск стратегии поддержка и сопротивление	85.59%	и	67.73%

Рис. 2.7. Порівняння доходності і ризиків для різних стратегій інвестування обраного фінансового інструменту

При проведенні даних обчислювань було виявлено, що для переважної кількості крипто валют найбільш привабливим є стратегії Buy-and-hold та ковзних середніх. Для переважної більшості дорогоцінних металів більш актуальними є моделі RSI та S&R. У результаті отримано, що для деяких активів потрібно робити більш комплексний підхід та оцінку, враховуючи декілька стратегій одночасно, це допоможе з більшою вірогідністю робити детальні та надійні прогнозування.

РОЗДІЛ 3

ФУНКЦІОНАЛ АВТОМАТИЗОВАНОГО ФІНАНСОВОГО КОНСУЛЬТАНТУ ПРИ ВИБОРІ СТРАТЕГІЙ ІНВЕСТУВАННЯ

На основі створеного бота було створено портфель для інвестора на період з 25.02.2021- до 25.08.2021 з теоретичним обчисленням доходності, нижче було надано усі дані по акціям компаній, криптовалюти та дорогоцінним металам, які були занесені в інвестиційний портфель, а також їх доходність та ризику. У самому портфелі система автоматично підбирає та розподіляє кошти на активи в залежності від ризику, який зазначив інвестор. Також, якщо у самого інвестора є пріоритетні активи, то він/вона зможе їх указати.

Кожен інвестор може обрати різні стратегії інвестування, серед яких найбільш ефективними є

- 1) «Buy-and-Hold» (купує і тримає) – придбання недооцінених фінансових інструментів і їх продаж на піку ринкового курсу.
- 2) Стратегія ковзної середньої – купівля/продаж фінансових інструментів при зміні тренду, на що вказує перетин ковзних середніх за коротко-, довго- і середньостроковий період.
- 3) Стратегія індексу відносної сили RSI – визначає сигнал до придбання (продажу), коли індикатор торкнувся рівня 30 (70) або перебуває у зоні перепроданості (перекупленості), індикатор MACD знаходиться над (під) нульовим рівнем.
- 4) Стратегія підтримки і супротиву – визначає екстремуми ціни фінансового інструменту, які визначають точки входу (виходу) на ринок

Розроблене авторське програмне забезпечення: (<https://drive.google.com/drive/folders/1ks5duDulG3HsuNONzm-nCmhpjqKcWkZi?usp=sharing>) дозволяє автоматизовано обчислювати прибутковість і ризик стратегій інвестування у фінансові інструменти, які обирає інвестор для капіталовкладень.

Розглянемо віддачу і ризик від інвестування в дорогоцінні метали: золото stock = 'GC=F' (рис. 3.1), срібло stock = 'SI=F' (рис. 3.2), нікель ^N225 (рис. 3.3)

```
[*****100%*****] 1 of 1 completed
доходность и риск стратегии Buy-and-Hold 110.21% и 14.82%
доходность и риск стратегии скользящих средних 94.37% и 14.83%
доходность и риск стратегии RSI 96.84% и 7.51%
доходность и риск стратегии поддержка и сопротивление 106.76% и 11.25%
```

Рис. 3.1. Доходність і ризик чотирьох стратегій від інвестування в золото

```
[*****100%*****] 1 of 1 completed
доходность и риск стратегии Buy-and-Hold 114.46% и 28.82%
доходность и риск стратегии скользящих средних 95.41% и 28.84%
доходность и риск стратегии RSI 94.44% и 18.6%
доходность и риск стратегии поддержка и сопротивление 123.81% и 19.65%
```

Рис. 3.2. Доходність і ризик чотирьох стратегій від інвестування в срібло

```
[*****100%*****] 1 of 1 completed
доходность и риск стратегии Buy-and-Hold 111.83% и 20.1%
доходность и риск стратегии скользящих средних 96.92% и 20.12%
доходность и риск стратегии RSI 96.92% и 10.73%
доходность и риск стратегии поддержка и сопротивление 100.24% и 16.06%
```

Рис. 3.3. Доходність і ризик чотирьох стратегій від інвестування в нікель

Далі обчислимо доходність і ризик від інвестування в нафту stock = 'CL=F' (рис. 3.4)

```
[*****100%*****] 1 of 1 completed
доходность и риск стратегии Buy-and-Hold 114.22% и 155.92%
доходность и риск стратегии скользящих средних 202.04% и 155.75%
доходность и риск стратегии RSI nan% и 63.9%
доходность и риск стратегии поддержка и сопротивление 146.55% и 141.66%
```

Рис. 3.4. Доходність і ризик чотирьох стратегій від інвестування в нафту

Для криптовалют розрахуємо доходність і ризик від інвестування в Ethereum USD (ETH-USD) (рис. 3.4), Cardano USD (ADA-USD) (рис. 3.5)

```
[*****100%*****] 1 of 1 completed
доходность и риск стратегии Buy-and-Hold 133.91% и 81.97%
доходность и риск стратегии скользящих средних 156.57% и 81.92%
доходность и риск стратегии RSI 63.66% и 49.85%
доходность и риск стратегии поддержка и сопротивление 85.59% и 67.73%
```

Рис. 3.5. Доходність і ризик чотирьох стратегій від інвестування в ETH-USD

```
[*****100%*****] 1 of 1 completed
доходность и риск стратегии Buy-and-Hold 216.57% и 133.3%
доходность и риск стратегии скользящих средних 243.89% и 133.24%
доходность и риск стратегии RSI nan% и 97.49%
доходность и риск стратегии поддержка и сопротивление 123.63% и 111.36%
```

Рис. 3.6. Доходність і ризик чотирьох стратегій від інвестування в Cardano USD (ADA-USD)

Для акцій обчислимо доходність і ризик від інвестування в Netflix, Inc. (NFLX) (рис. 3.7), Tesla, Inc. (TSLA) (рис. 3.8)

```
[*****100%*****] 1 of 1 completed
доходность и риск стратегии Buy-and-Hold 139.82% и 40.63%
доходность и риск стратегии скользящих средних 74.62% и 40.7%
доходность и риск стратегии RSI 104.02% и 19.34%
доходность и риск стратегии поддержка и сопротивление 98.53% и 32.18%
```

Рис. 3.7. Доходність і ризик чотирьох стратегій від інвестування в Netflix, Inc. (NFLX)

```
[*****100%*****] 1 of 1 completed
доходность и риск стратегии Buy-and-Hold 177.19% и 58.0%
доходность и риск стратегии скользящих средних 125.42% и 58.14%
доходность и риск стратегии RSI 61.72% и 39.97%
доходность и риск стратегии поддержка и сопротивление 102.47% и 45.72%
```

Рис. 3.8. Доходність і ризик чотирьох стратегій від інвестування в Tesla, Inc. (TSLA)

На основі різних (диверсифікованих) фінансових інструментів розглянемо найбільш привабливі з них за критерієм «ризик-доходність». Чим нижче цей показник, тим інвестиційно привабливішим є фінансовий

інструмент, оскільки на 1% доходності припадає менший ризик інвестування (табл. 3.1).

Таблиця 3.1.

Порівняння ефективності стратегії за відношенням «ризик-доходність»
для золота

Назва активу	Стратегія	Доходність %	Ризик %	Ризик/Доходність
Золото	Buy-and-Hold	110	15	0,136
	Ковзна середня	94	15	0,160
	RSI	97	8	0,082
	Підтримки і супротиву	107	11	0,103
Срібло	Buy-and-Hold	114	29	0,254
	Ковзна середня	95	29	0,305
	RSI	94	19	0,202
	Підтримки і супротиву	124	20	0,161
Нафта	Buy-and-Hold	114	156	1,368
	Ковзна середня	202	156	0,772
	RSI	N/A	N/A	N/A
	Підтримки і супротиву	147	141	0,959
Нікель	Buy-and-Hold	112	20	0,179
	Ковзна середня	97	20	0,206
	RSI	97	11	0,113
	Підтримки і супротиву	100	16	0,160
Ethereum	Buy-and-Hold	134	82	0,612
	Ковзна середня	157	82	0,522
	RSI	64	50	0,781
	Підтримки і супротиву	86	68	0,791
Carnado	Buy-and-Hold	217	133	0,613
	Ковзна середня	244	133	0,545
	RSI	N/A	N/A	N/A
	Підтримки і супротиву	124	111	0,895
Netflix	Buy-and-Hold	140	41	0,293
	Ковзна середня	75	41	0,547

	RSI	104	19	0,183
	Підтримки і супротиву	99	32	0,323
Tesla	Buy-and-Hold	177	58	0,328
	Ковзна середня	125	58	0,464
	RSI	62	40	0,645
	Підтримки і супротиву	102	46	0,451

Для розглянутих фінансових інструментів за критерієм «ризик-доходність» найбільшу ефективність демонструють стратегії RSI (індексу відносної сили) для дорогоцінних металів (золото, нікель) і акцій Netflix та стратегія ковзної середньої для нафти і криптовалют Ethereum, Carnado. Стратегія Buy-and-Hold ефективна для акції компанії Tesla, тоді як стратегія Підтримки і супротиву ефективніша при купівлі/продажу срібла.

Надалі планується розширити систему за наступними напрямками: розробка повноцінного мобільного додатку та сайту, розширити спектр стратегій для надання більш зручного і надійного консультування.

ВИСНОВКИ

У ході проведеного дослідження отримані такі результати:

Визначені основні типи автоматизованих фінансових консультантів, серед яких повнофункціональні АФК (робото-менеджери, які не потребують жодного втручання інвестора і є повністю автоматизованими), напівфункціональні АФК (традиційний або гібридний сервіс, який очікує підтвердження на здійснення інвестиційної операції), самообслуговуючий АФК, для якого передбачена свобода дій інвесторів відмінити рекомендації робототехнічних консультантів. Для існуючих АФК саме напівфункціональний АФК дозволяє в більшій мірі врахувати персоналізовані цілі інвестора, оскільки інвестори можуть вибрати, чи слід впроваджувати запропоновані алгоритмом рекомендації, чи змінювати їх вручну.

Для реалізації практичної частини було розроблено програмний модуль автоматизованого фінансового консультанта з використанням технології Python Anaconda та Python Jupyter.

Розроблене авторське програмне забезпечення: (<https://drive.google.com/drive/folders/1ks5duDulG3HsuNONzm-nCmhpjqKcWkZi?usp=sharing>) дозволяє автоматизовано обчислювати прибутковість і ризик стратегій інвестування у фінансові інструменти, які обирає інвестор для капіталовкладень.

У результаті застосування програмного модуля отримано, що для деяких активів потрібно робити більш комплексний підхід та оцінку, враховуючи декілька стратегій одночасно, це допоможе з більшою вірогідністю робити детальні та надійні прогнозування. Кожен інвестор може обрати різні стратегії інвестування, серед яких найбільш ефективними є «Buy-and-Hold» (купуй і тримай), стратегія ковзної середньої, стратегія індексу відносної сили RSI і стратегія підтримки і супротиву

Для розглянутих фінансових інструментів за критерієм «ризик-доходність» найбільшу ефективність демонструють стратегії RSI (індекс

відносної сили) для дорогоцінних металів і акцій та стратегія ковзної середньої для нафти і криптовалют. Стратегія Buy-and-Hold ефективна для акції компанії Tesla, тоді як стратегія підтримки і супротиву ефективніша при купівлі/продажу срібла.

Надалі планується розширити систему за наступними напрямками: розробка повноцінного мобільного додатку та сайту, розширення діапазону стратегій для надання більш надійного консультування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Markowitz, H.M.: Portfolio Selection, *Journal of Finance* 7, 77–91 (1952). doi: 10.1111/j.1540-6261.1952.tb01525.x.
2. Frydman, C., Camerer, C.F.: The Psychology and Neuroscience of Financial Decision Making, *Trends Cogn Sci.* 20(9), 661–675 (2016). doi: 10.1016/j.tics.2016.07.003.
3. Kahneman, D., Tversky, A.: Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica: Journal of the Econometric Society* 47(2), 263-292 (1979). doi: 10.2307/1914185.
4. Campbell, J. Y.: Restoring rational choice: the challenge of consumer financial regulation, *Am. Econ. Rev.* 106, 1–30 (2016). doi:10.1257/aer.p20161127.
5. W. De Bondt: A Portrait of the Individual Investor, *European Economic Review* 42, 831-844 (1998). doi: 10.1016/S0014-2921(98)00009-9.
6. AQR Capital Management, Words From the Wise: Harry Markowitz. <https://images.aqr.com/-/media/AQR/Documents/Insights/Interviews/Words-From-the-Wise-Harry-Markowitz-on-Portfolio-Theory-and-Practice.pdf>. last accessed 2021/01/12
7. Bikas, E., Jurevičienė, D., Dubinskas, P., Novickytė, L.: Behavioural Finance: The Emergence and Development Trends, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 82, 870–876 (2013). doi:10.1016/j.sbspro.2013.06.363.
8. Tobin, J.: *The Theory of Portfolio Selection, The Theory of Interest Rates*, London, MacMillan, 1965.
9. Klingenberger, A., Svoboda, L., Frère, M.: Business model of sustainable robo-advisors: Empirical insights for practical implementation. *Sustainability (Switzerland)* 13(23) (2021), 13009. doi: 10.3390/su132313009.

10. Brunen, A.-C., Laubach, O.: Do sustainable consumers prefer socially responsible investments? A study among the users of robo advisors. *Journal of Banking and Finance* (2021), 106314. doi: 10.1016/j.jbankfin.2021.106314.
11. Duygun, M, Hashem, S.Q. and Tanda, A.: Editorial: Financial Intermediation Versus Disintermediation: Opportunities and Challenges in the FinTech Era. *Front. Artif. Intell.* 3 (2021), 629105. doi: 10.3389/frai.2020.629105.
12. Helms, N., Hölscher, R., Nelde, M.: Automated investment management: Comparing the design and performance of international robo-managers. *European Financial Management* 1-51 (2021). doi: 10.1111/eufm.12333.
13. Mamenko, P., Zinchenko, S., Kobets, V., Nosov, P., Popovych, I.: Solution of the Problem of Optimizing Route with Using the Risk Criterion. In: S. Babichev, V. Lytvynenko (eds.) *Lecture Notes in Computational Intelligence and Decision Making (ISDMCI 2021), Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies* vol. 77, pp. 252-265, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg (2022). doi: 10.1007/978-3-030-82014-5_17.
14. Zinchenko, S., Tovstokoryi, O., Nosov, P., Popovych, I., Kobets, V., Abramov, G.: Mathematical support of the vessel information and risk control systems. In: *Proceedings of the 1st International Workshop on Computational & Information Technologies for Risk-Informed Systems, CITRisk 2020*, vol. 2805, pp. 335–354. CEUR-WS, Kherson, Ukraine (2020). URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2805/paper25.pdf>.
15. Walter, B., Kremmel, D., Jäger, B.: The impact of lay beliefs about AI on adoption of algorithmic advice. *Mark Lett.* (2021). doi: 10.1007/s11002-021-09589-1.
16. Hildebrand, C., Bergner, A.: Conversational robo advisors as surrogates of trust: onboarding experience, firm perception, and consumer financial

- decision making. *J. of the Acad. Mark. Sci.* 49, 659-676 (2021). doi: 10.1007/s11747-020-00753-z.
17. Jung, D., Dorner, V., Weinhardt, C. et al.: Designing a robo-advisor for risk-averse, low-budget consumers. *Electron Markets* 28, 367–380 (2018). doi: 10.1007/s12525-017-0279-9.
 18. Glaser F., Iliewa Z., Jung D., Weber M.: Towards Designing Robo-advisors for Unexperienced Investors with Experience Sampling of Time-Series Data. In: Davis F., Riedl R., vom Brocke J., Léger PM., Randolph A. (eds) *Information Systems and Neuroscience. Lecture Notes in Information Systems and Organisation* 29, 133-138 (2019). doi: 10.1007/978-3-030-01087-4_16.
 19. D’Acunto, F., Rossi, A.G.: *Robo-Advising*. Springer Books. In: Raghavendra Rau et al. (ed.). *The Palgrave Handbook of Technological Finance*, 725-749, Springer (2021). doi: 10.1007/978-3-030-65117-6_26.