

DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2019-33-49

УДК 657

Кобець В.М.
кандидат економічних наук,
доцент кафедри інформатики, програмної інженерії
та економічної кібернетики
Херсонського державного університету

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДОХОДНОСТІ ФІНАНСОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ РОЗРОБКИ ФІНАНСОВИХ РІШЕНЬ ІНВЕТОРАМ З РІЗНОЮ СХИЛЬНІСТЮ ДО РИЗИКУ

У статті пропонується розробка нових фінансових сервісів, таких як автоматизовані фінансові консультанти, які поширені у США та ЄС, але не застосовуються в Україні, що дозволяє збільшити доходи інвесторів у довгостроковому періоді. У дослідженні продемонстрована розробка інвестиційного плану для інвесторів із різною схильністю до ризику за допомогою сервісів робо-едвайзингу. Здійснена класифікація інвестиційних портфелів для клієнтів з різною схильністю до ризику, побудова моделей Марковіца й Тобіна для прийняття інвестиційних рішень за критерієм «доходність-ризикованість», сформовані інвестиційні портфелі з фінансових інструментів засобами робо-едвайзерів та проведений кластерний аналіз характеристик клієнтів для розробки репрезентативних інвестиційних планів. Використовуючи відкриті дані про курс фінансових інструментів на прикладі криптовалют ми виділили 3 основних типи інвесторів за рівнем щорічної доходності: неохочий до ризику інвестор отримує рентабельність 24,5%; схильний до ризику інвестор має дохід 31,6%; гібридний тип одержує дохід 16,5%.

Ключові слова: автоматизовані фінансові консультанти, модель Марковіца і Тобіна, аналіз даних, кластерний аналіз, інвестиційний ризик

Кобець В.Н. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДОХОДНОСТИ ФИНАНСОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ФИНАНСОВЫХ РЕШЕНИЙ ИНВЕТОРАМ С РАЗНЫМ ОТНОШЕНИЕМ К РИСКУ

В статье предлагается разработка новых финансовых сервисов, таких как автоматизированные финансовые консультанты, которые распространены в США и ЕС, но не применяются в Украине, что позволяет увеличить доходы инвесторов в долгосрочном периоде. В исследовании продемонстрирована разработка инвестиционного плана для инвесторов с разной склонностью к риску с помощью сервисов робо-эдвайзинга. Осуществлена классификация инвестиционных портфелей для клиентов «доходность-риск», сформированы инвестиционные портфели с финансовых инструментов средствами робо-эдвайзера и проведен кластерный анализ характеристик клиентов для разработки репрезентативных инвестиционных планов. Используя открытые данные о курсе финансовых инструментов на примере криптовалют, мы выделили 3 основных типа инвесторов по уровню ежегодной доходности: не склонный к риску инвестор получает рентабельность 24,5%; склонный к риску инвестор получает доход 31,6%; гибридный тип получает доход 16,5%.

Ключевые слова: автоматизированные финансовые консультанты, модель Марковица и Тобина, анализ данных, кластерный анализ, инвестиционный риск

Kobets Vitalii. DATA ANALYSIS OF THE PROFITABILITY OF FINANCIAL INSTRUMENTS TO DEVELOP FINANCIAL SOLUTIONS TO INVESTORS WITH DIFFERENT RISK ATTITUDES

The paper proposes the development of new financial services, such as robo-advisers, which are widespread in the US and the EU, but are not used in Ukraine, which allows investors to increase their income in the long run period. The research demonstrated the development of an investment plan for investors with different propensities to take risks by the means of robo-adviser services. Investment portfolios were categorized for clients with different risk attitudes, Markowitz and Tobin models were developed for making investment decisions based on ration 'profitability-risk', investment portfolios were created using financial instruments through robo-adviser service and a cluster analysis of client characteristics was carried out to develop representative investment plans. Using open data about financial instruments (e.g., cryptocurrencies) and the Markowitz model, we identified following types of investors: 1) risk-averse investor whose profitability is 0.657% daily or 24.5% annually with 0.44% risk; risk seeking investors, whose profitability is 0.87% daily or 31.6% annually with a risk of 1.06%; hybrid type of investor has profitability 0.45% daily or 16.5% annually with a risk of 0.28%. By the means of clustering of investors, based on the received data, we categorized the users of robo-advisor services into two main groups: risk-averse workers of working age who need more than average returns (52%); risk-neutral pensioners who need less than average returns (48%). For these representative investors, we have developed proposals for investment plans which correspond 2nd and 3rd type correspondingly. The developed by us robo-advisor service is intended primarily for individuals who invest in financial instruments during long-run period to provide a permanent passive income. Our challenge is to maintain a constant level of consumption for investors throughout their life by automatically analyzing how much he or she should consume and save each year.

Keywords: robo-advisers, Markowitz and Tobin model, data analysis, cluster analysis, investment risk

Постановка проблеми. Розробка в Україні нових фінансових сервісів, таких як автоматизовані фінансові консультанти (АФК), дозволяє збільшити добробут інвесторів у довгостроковому періоді і затребувані у суспільстві з високими вхідними бар'єрами на традиційні фінансові ринки, що зумовлює потребу у створенні АФК, яких ще не існує в Україні, з урахуванням існуючого зарубіжного досвіду. За відсутності інших українських аналогів наш АФК є абсолютно новим сервісом в фінансовій системі України

та відкриває нові можливості для отримання стабільного доходу інвесторам упродовж всього життя.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На даний момент велика кількість різноманітних фінансових організацій та консультантів можуть надавати клієнтам фінансові поради [1]. Традиційні сервіси для надання інвестиційних рекомендацій здійснюються людськими інвестиційними консультантами та фірмами, що суміщують функції брокера (посередника) і дилера (принципала). Такі радники

мають різне уявлення про найкращі інвестиційні практики та дотримуються різних інвестиційних стандартів [2].

Але консультанти, які дають фінансові поради, можуть мати неповну інформацію щодо фінансових інструментів для інвестування або мають конфлікт інтересів, оскільки «зміст» поради часто безпосередньо залежить від рівня комісії та плану продажів едвайзера [3].

На відміну від концепції традиційних інвестиційних сервісів, концепція «робо-едвайзингу» ґрунтується на використанні автоматизованих і цифрових методів для побудови та управління портфелями з цінних паперів біржових інвестиційних фондів (ETFs) та інших інвестиційних інструментів [4]. З іншого боку, вона представляє систему прийняття інвестиційних рішень, незалежну від людської психології та емоцій шляхом обмеження шансу повторення несприятливих попередніх рішень [5]. Ця штучна інтелектуальна система, спрямована на прийняття рішень основана на алгоритмах, які збирають великі кількості даних. Головний принцип послуг робо-едвайзингу – це складання профілю клієнтів та виявлення допустимого рівня ризику, ґрунтуючись на результатах он-лайн анкетування, кластеризації основних груп клієнтів за профілем їх уподобань щодо доходності і ризику та отримання користувачем рекомендованого портфелю, складеного, здебільшого, з дешевих акцій біржових інвестиційних фондів (ETFs) [6–8].

Мета дослідження: розробити інвестиційний план для прийняття фінансових рішень інвесторами з різною схильністю до ризику за допомогою сервісів робо-едвайзингу.

Виклад матеріалу дослідження та його основні результати. Розглянемо процес роботи автоматизованих фінансових консультантів, як послідовність наступних етапів (рис. 1). Кожного потенційного інвестора класифікуватимемо за наступними чотирма критеріями для розробки інвестиційних пропозицій для репрезентативних інвесторів:

1. Прийнятним рівнем ризику, отриманим у результаті анкетування.
2. Інвестиційною ціллю.
3. Статью.
4. Віком.

Перші два критерія описуються за п'ятибальною порядковою шкалою, від найнижчого значення (0) до найвищого (5), тоді як критерій статі представлений у двійковій системі, де «0» позначає чоловіка, а «1» – жінку-інвестора, вік характеризується змінним цілим числом (табл. 1).

Таблиця 1
Характеристика критеріїв для класифікації користувачів сервісів робо-едвайзингу

Критерій	Тип	Допустимі значення
Рівень ризику	Порядковий	[дуже низький; низький; середній; високий; дуже високий]
Інвестиційна ціль	Порядковий	[дуже мала; мала; середня; висока; дуже висока]
Стать	Бінарний	[чоловіча, жіноча]
Вік	Ціле число	[17...90]

Джерело: авторська розробка

Для розрізнення різних типів інвесторів (нових клієнтів) ми використовуємо кластерний аналіз, який допомагає виявити основні види найбільш подібних інвесторів («сусідів»). Після цього ми можемо побудувати зв'язок між конкретними користувачами та інвестиційними портфелями. Потім ми вибира-



Рис. 1. Робочий процес прийняття інвестиційних рішень для АФК

Джерело: авторська розробка

ємо найкращий кінцевий портфель, який відповідає описаним особливостям інвестора з використанням показника рентабельності (інвестиційна ціль) та ставлення до ризику (рівень ризику). Робо-едвайзер автоматично інвестує в найвигідніші для досягнення інвестиційної мети клієнта фінансові інструменти протягом певного інвестиційного терміну. В остаточному результаті інвестор може порівняти заплановану ціль та досягнутий результат, а також переглянути своє рішення щодо власних інвестиційних переваг (рентабельності та ризику).

Алгоритм кластеризації для інвесторів складається з наступних кроків:

- 1) вибір кількості кластерів k для заданого набору даних інвесторів;
- 2) вибір вихідних функцій для опірних даних E_k , які відповідають кількості кластерів;
- 3) розрахунок розриву між класами інвесторів та опірними даними, використовуючи наступну формулу (1):

$$d(A_i; E_k) = \sqrt{\sum_{j=1}^m (x_j - e_j)^2}, \quad (1)$$

в якому i – індекс інвестора; x_j – характеристика j i -го інвестора; e_j – початкові характеристики для опірних даних; n – кількість інвесторів; m – кількість характеристик кожного інвестора.

- 4) зміна координат для опірних даних E_k відповідно до мінімального розриву між даними характеристиками інвесторів та опірними даними;
- 5) визначення кінцевих значень опірних даних E_k ;
- 6) підготовка класифікації об'єктів.

Як вже було нами зазначено у попередньому розділі, ми виділили 3 основні типи інвесторів, які включають в себе несхильного до ризику, схильного до ризику та нейтрального до ризику інвесторів, портфелі яких можна сформулювати за допомогою формул (2)-(6).

Розглянемо детальніше модель оптимального портфеля Марковіца, що забезпечує мінімальний ризик і задану ефективність у вигляді цільової функції ризику та обмежень:

$$\begin{cases} r_p = D[d_p] = \sum_i \sum_j x_i x_j g_{ij} \rightarrow \min \\ \sum_i x_i d_i = m_p \\ \sum_i x_i = 1, x_i \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

Дана модель задовольняє потреби неохочих до ризику інвесторів. За допомогою неї можна створити консервативний портфель ФІ.

Досягти ж максимальної ефективності при заданому (прийнятному) ризику можна за допомогою наступної моделі, працюючи за аналогічним алгоритмом:

$$\begin{cases} m_p = \sum_i x_i d_i \rightarrow \max \\ \sum_i \sum_j x_i x_j \vartheta_{ij} = r_p \\ \sum_i x_i = 1, \end{cases} \quad (3)$$

Наведені вище моделі Марковіца в обмеженнях використовують прийнятні рівні ризику та доходності. Для досягнення одночасно обох цілей – максимальної доходності за мінімального ризику застосуємо ризикувано-прибуткову модель, яка дозволяє не розмірковувати над проблемою визначення допустимого рівня ризику для кожного портфеля і має наступний вигляд:

$$\begin{cases} f(x_i) = \frac{\sqrt{\sum_i x_i^2 v_i^2 + \sum_i \sum_j x_i x_j v_{ij}}}{\sum_i x_i d_i} \rightarrow \min, \\ \sum_i x_i = 1; \forall x_i \geq 0 \end{cases} \quad (4)$$

в якій v_i – варіація доходності цінних паперів і-го виду, а v_{ij} – коваріація доходності цінних паперів і-го та j-го видів. Цільова функція моделі в матричній формі виглядає так наступним чином:

$$f = \frac{\sqrt{X^T V^2 + X^T V_{ij} X}}{X^T D},$$

в якій V_i^2 – матриця варіацій доходностей цінних паперів.

Вплив «портфельної теорії» Марковіца значно посилюється після появи робіт Дж. Тобіна [24]. Існує дві ключові відмінності моделі Тобіна від моделі Марковіца: використання «безризикових активів», що дають певну прибутковість без ризику просідання (найчастіше це облігації або банківські депозити). Однак, існує одне обмеження – сума всіх часток позиції повинна дорівнювати 100%, включаючи частку безризикових активів.

Моделю оптимального портфеля Тобіна, що забезпечує мінімальний ризик і задану ефективність, має наступний вигляд:

$$\begin{cases} \sum_i \sum_j x_i x_j \vartheta_{ij} \rightarrow \min \\ x_0 m_0 + \sum_i x_i d_i = m_p \\ x_0 + \sum_i x_i = 1, x_0 \geq 0 \end{cases} \quad (5)$$

в якій m_0 – ефективність безризикових ФІ; x_0 – частка капіталу, вкладена в безризикові ФІ; x_i, x_j – частки капіталу, вкладені в ФІ і-го та j-го видів; математичне сподівання (середнє арифметичне) доходності і-го ФІ; ϑ_{ij} – кореляційний момент між ефективністю ФІ і-го та j-го видів.

Оптимальний портфель Тобіна для досягнення максимальної ефективності при заданому (прийнятному) ризику можна представити наступним чином:

$$\begin{cases} x_0 m_0 + \sum_i x_i d_i \rightarrow \max \\ \sum_i \sum_j x_i x_j \vartheta_{ij} = r_p \\ x_0 + \sum_i x_i = 1, x_i \geq 0 \end{cases} \quad (6)$$

в якій r_p – заданий ризик портфеля.

Розрахункові формули та методи вирішення відповідні формулам задачі формування оптимального портфеля цінних паперів Марковіца, наведеним вище. Використовуючи кластери та типи інвесторів, ми відносимо різних користувачів до різних типів інвесторів, як описано в наступному підрозділі, щоб запропонувати їм інвестиційний план, що найбільше відповідає їх уподобанням.

Для розробки репрезентативних інвестиційних планів в моделі гарантування стабільного споживання застосуємо кластерний аналіз клієнтів. Було проведено велику серію експериментів з метою перевірки типів інвесторів для сервісу АФК з використанням набору даних 100 випадково обраних реальних (анонімних) користувачів, які вибирали портфель з червня 2011 року по червень 2013 року. Цей набір даних доступний для завантаження за посиланням: https://www.uniba.it/swap/financialrs_data_uniba.zip.

Набір даних для користувачів, які інвестують у портфель фінансових інструментів, наведено на рис. 2. У даному випадку ми квантифікували наші дані наступним чином: рівень ризику = [дуже низький; низький; середній; високий; дуже високий] = [1, 2, 3, 4, 5]; інвестиційна ціль = [дуже мала; мала; середня; висока; дуже висока] = [1, 2, 3, 4, 5]; стать = [чоловіча, жіноча] = [0, 1]. Середні значення зазначених характеристик наступні: рівень ризику = 3,16 (близький до середнього), інвестиційна ціль = 3,08 (близька до середньої), відсоткова частка чоловіків = 56% (жінок = 44%), вік = 66,8 року (рис. 3).

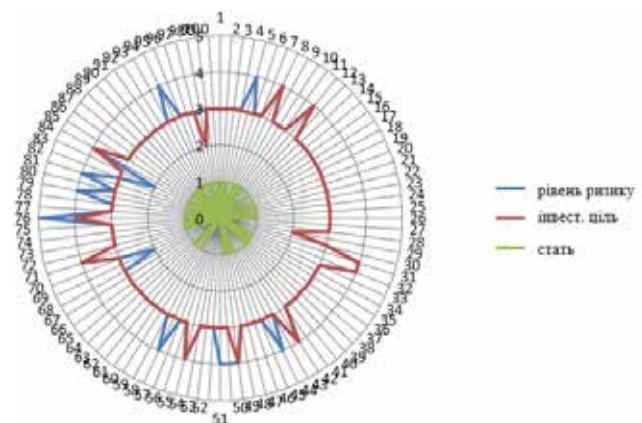


Рис. 2. Набір даних для користувачів АФК

Джерело: авторська розробка

За допомогою кластеризації інвесторів, ґрунтуючись на отримані дані, користувачів сервісів АФК можна віднести до двох основних груп:

1) Схильні до ризику інвестори працездатного віку (як правило, жінки), які потребують більшу, ніж середня, доходність (52%);

2) Нейтральні до ризику інвестори пенсійного віку (як правило, жінки), які потребують меншу, ніж середня, доходність (48%).

Використовуючи відкриті дані про курс фінансових інструментів (рис. 4), такі як криптовалюти [28] та моделі Марковіца, ми виділили 3 основних типи інвесторів:

- 1-ий тип: рентабельність для неохочого до ризику інвестора становить 0,657% щоденно або 24,5% щорічно з 0,44% ризику;

- 2-ий тип: для схильного до ризику інвестора, дохід – 0,87% щодня або 31,6% щорічно з ризиком 1,06%;

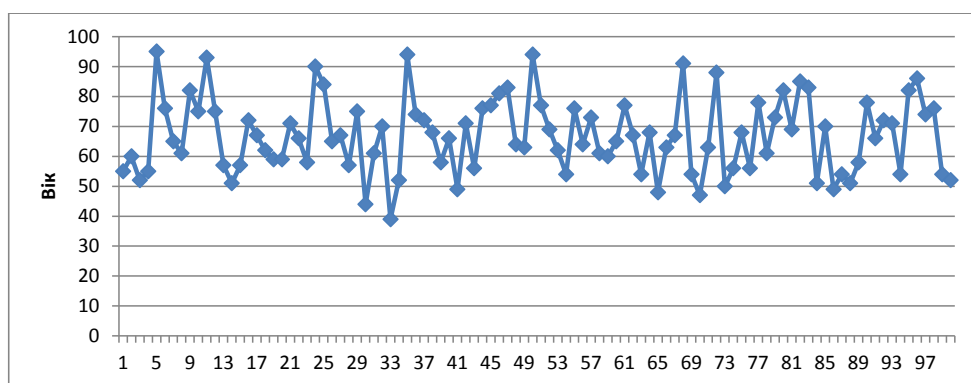


Рис. 3. Вік інвесторів

Джерело: авторська розробка

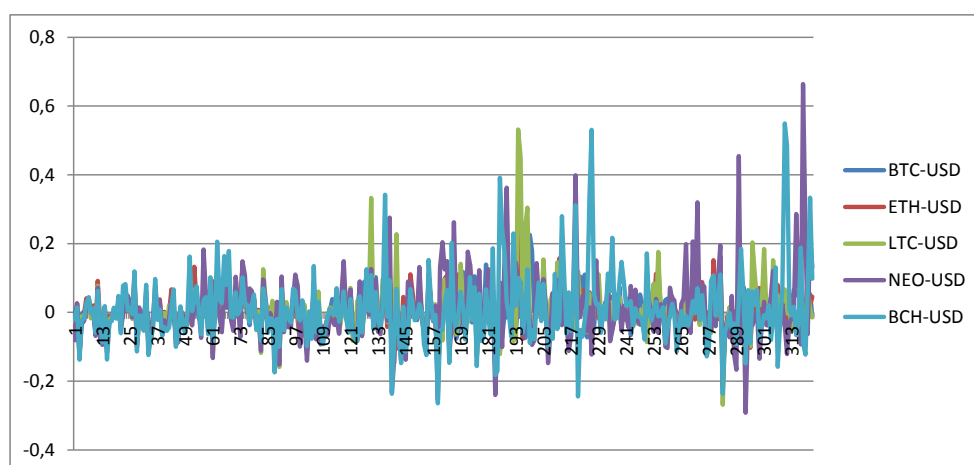


Рис. 4. Рейтинг 5 основних криптовалют для користувачів АФК станом з 05.08.17 по 23.06.18

Джерело: створено автором на основі [28]

• 3-й тип: для гібридного типу інвестора дохід становитиме 0,45% щодня або 16,5% щорічно з ризиком 0,28%.

Таким чином, схильна до ризику людина, яка знаходиться у працездатному віці, в основному, відповідає 2-му типу інвестора (показник рентабельності = 31,6% для АФК). У той же час як нейтральну до ризику людину пенсійного віку частіше за все можна віднести до 3-ого типу інвесторів (показник рентабельності = 16,5% для АФК).

Розглянемо роботу сервісу, який надає послуги робо-едвайзингу детальніше на основі наступного прикладу. Завдання сервісу полягає у визначенні умов, за яких інвестор може здійснювати регулярне споживання як до, так і після виходу на пенсію за допомогою особистого ощадного фонду. Для цього клієнт цього сервісу має відповісти на наступні питання:

1. Скільки становить середньорічний дохід (Y) клієнта?

2. З якого віку (t_1) клієнт планує почати персональну програму заощаджень?

3. У якому віці (t_2) клієнт планує вийти на пенсію?

4. До якого віку (t_3) клієнт планує використовувати його/її персональні заощадження?

5. Який середній рівень співвідношення «ризик-доходності» для фінансових інструментів є прийнятним для клієнта?

6. Який допустимий рівень річного споживання C^* для клієнта?

Завдання АФК полягає в тому, щоб підтримувати постійний рівень споживання клієнта протягом всього періоду життя шляхом автоматичного аналізу того, скільки він/вона має споживати та економити щороку. Розрахунок розподіленого доходу (Y) для споживання (C) та заощадження (S):

$$C = Y - S \quad (7)$$

Таблиця 2

Приклад показників для РА-сервісів

Показник	Значення
Вік клієнта, з якого він почне програму персональних заощаджень	$t_1 = 35$ р.
Вік вихода клієнта на пенсію	$t_2 = 65$ р.
Вік, до якого клієнт буде використовувати персональні заощадження	$t_3 = 80$ р.
Щорічний дохід клієнта	$Y = \text{€}200000$
Бажаний річний реальний відсоток для безризикових інвестицій	$i = 7\%, h = 0$
Прийнятний рівень річного споживання клієнта	$C = \text{€}180000$

Джерело: авторська розробка

В даному випадку завдання робо-консультанта складається з двох частин:

1. Визначити щорічну суму заощаджень з використанням майбутньої вартості анuitету FVA :

$$FVA = S \cdot \frac{(1+i)^{N_1} - 1}{i} \quad (8)$$

в якому i – бажаною річною відсотковою ставкою заощаджень (одержана за допомогою АФК); $N_1 = t_2 - t_1$ – це період, за який будуть накопичуватися заощадження; S – це сума, що щорічно виділяється на заощадження. Таким чином, після N_1 років персональні заощадження клієнта будуть рівні FVA .

2. Розрахувати розподіл ощадного фонду на постійне споживання після виходу на пенсію, використовуючи теперішню вартість анuitету:

$$PVA = C \cdot \frac{1 - (1+i)^{-N_2}}{i} \quad (9)$$

в якому i – це запланована річна реальна віддача від заощаджень (на основі розрахунків АФК); $N_2 = t_3 - t_2$ є періодом використання особистого ощадного фонду; а C – щорічне постійне споживання клієнта.

Таким чином, майбутні та поточні значення анuitетів повинні бути однаковими: $FVA = PVA$, тобто, об'єднавши формули (8) та (9) ми отримуємо:

$$C = \frac{Y \cdot ((1+i)^{N_1} - 1)}{(1+i)^{N_1} - (1+i)^{-N_2}} \quad (10)$$

Після застосування формули (10) до значень із табл. 2, ми отримуємо, що C буде дорівнювати €182 411,7 та являтися щорічним постійним рівнем споживання, та не буде менше, ніж бажаний рівень витрат на річне споживання клієнта ($C^* = €180 000$).

Висновки. Заощадження виступають залишком наявного доходу, спрямованого на підтримання або підвищення власного рівня життя в майбутньому. Цей факт описує додатковий аргумент на користь використання автоматизованого фінансового консультанта, який оцінює необхідність негайної зміни середнього споживання інвестора в залежності від змін параметрів моделі. Поняття «робот-едвайзингу» означає використання автоматизації та цифрових техно-

логій для створення та управління портфелями біржових фондів та інших фінансових інструментів для інвесторів. Робот-консультант представляє онлайн-сервіс, яка допомагає клієнту формувати інвестиційний портфель і потім керувати ним самостійно.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Kashner E. Ghosts In The Robo Advisor Machine. URL: <http://www.etf.com/sections/blog/22973-ghosts-in-the-robo-advisor-machine.html> (дата звернення: 12.01.2019).
2. Lam J.W. Robo-Advisors: A Portfolio Management Perspective. New Haven, Connecticut : Yale College, 2016. 108 p.
3. Настоящий робо-эдвайзинг – это не о роботах. *Финансовый Автопилот*. 2018. URL: <https://finance-autopilot.ru/blog/nastoyashchiy-robo-edvayzing-eto-ne-o-robotakh/> (дата звернення: 12.01.2019).
4. The Rise of Robo-Advice Changing the Concept of Wealth Management. Accenture, 2015. URL: https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-2/Accenture-Wealth-Management-Rise-of-Robo-Advice.pdf (дата звернення: 12.01.2019).
5. Emotional Neutrality. *Investopedia*. 2018. URL: <https://www.investopedia.com/terms/e/emotional-neutrality.asp> (дата звернення: 12.01.2019).
6. Data analysis of private investment decision making using tools of Robo-advisers in long-run period / V. Kobets, V. Yatsenko, A. Mazur, M. Zubrii. *ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer : Proceedings of the 14th International Conference*, Kyiv, Ukraine, 2018, May 14–17. Kyiv, 2018. Vol. 2104. P. 144–159.
7. Ivanon O., Snihovyi O., Kobets V. Implementation of Robo-Advisors Tools for Different Risk Attitude Investment Decisions. *ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer : Proceedings of the 14th International Conference*, Kyiv, Ukraine, 2018, May 14–17. Kyiv, 2018. Vol. 2104. P. 195–206.
8. Ivanov O., Snihovyi O., Kobets V. Cryptocurrencies Prices Forecasting With Anaconda Tool Using Machine Learning Techniques. *ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer : Proceedings of the 14th International Conference*, Kyiv, Ukraine, 2018, May 14–17. Kyiv, 2018. Vol. 2105. P. 453–456.