

КЛАСИЧНИЙ ПРИВАТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**ПРИАЗОВСЬКИЙ  
ЕКОНОМІЧНИЙ ВІСНИК**

**Електронний науковий журнал**

6(23) 2020

Запоріжжя

2020

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

### Головний редактор:

*Гальцова Ольга Леонідівна – доктор економічних наук, професор (завідувач кафедри національної економіки, маркетингу та міжнародних економічних відносин Класичного приватного університету).*

### Члени редакційної колегії:

*Бондаренко Світлана Анатоліївна – доктор економічних наук (старший науковий співробітник відділу ринкових механізмів і структур Інституту проблем ринку та економіко-екологічних досліджень НАН України).*

*Виговська Валентина Вікторівна – доктор економічних наук, професор (професор кафедри фінансів, банківської справи та страхування Національного університету «Чернігівська політехніка»).*

*Козирева Олена Вадимівна – доктор економічних наук, професор (завідувач кафедри менеджменту і адміністрування Національного фармацевтичного університету).*

*Мінакова Світлана Михайлівна – доктор економічних наук, професор (головний науковий співробітник відділу макроекономіки та державного управління Причорноморського науково-дослідного інституту економіки та інновацій).*

*Ненно Ірина Михайлівна – доктор економічних наук, доцент (професор кафедри менеджменту та інновацій Одеського національного університету імені І.І. Мечникова).*

*Новікова Марина Миколаївна – доктор економічних наук, професор (завідувач кафедри менеджменту і публічного адміністрування Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова).*

*Ткач Вікторія Олександрівна – доктор економічних наук, доцент (професор кафедри міжнародного туризму, готельно-ресторанного бізнесу та мовної підготовки Університету імені Альфреда Нобеля).*

*Трохимець Олена Іванівна – доктор економічних наук, професор (професор кафедри національної економіки, маркетингу та міжнародних економічних відносин Класичного приватного університету).*

*Шмигель Надія Миколаївна – доктор економічних наук, професор (завідувач кафедри обліку та оподаткування Запорізького національного університету).*

*Шульц Світлана Леонідівна – доктор економічних наук, професор (завідувач відділу регіональної економічної політики ДУ «Інститут регіональних досліджень імені М.І. Долишнього НАН України»).*

*Якименко-Терещенко Наталія Василівна – доктор економічних наук, професор (завідувач кафедри економічного аналізу та обліку Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»).*

*Ян Польцин – доктор економічних наук, професор (Державна вища школа імені Станіслава Сташица в м. Піла, Польща).*

Електронна сторінка видання: <http://rev.kpu.zp.ua>

Видання входить до категорії «Б» «Переліку електронних фахових видань, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук» на підставі Наказу МОН України від 17 березня 2020 року № 409 (Додаток 1)

Рекомендовано до поширення в мережі інтернет відповідно до рішення Вченої ради  
Класичного приватного університету  
(від 2 грудня 2020 року протокол № 4)

УДК 336.7

DOI: <https://doi.org/10.32840/2522-4263/2020-6-41>**Пістунів І.М.***доктор технічних наук,  
професор кафедри економіки та економічної кібернетики  
Національного технічного університету  
«Дніпровська політехніка», м. Дніпро***Колотило М.Б.***студентка  
Національного технічного університету  
«Дніпровська політехніка», м. Дніпро***Pistunov Ihor***Doctor of Engineering,  
Professor of the Department of Economics and Economic Cybernetics  
National Technical University "Dniprovsha Polytechnic", Dnipro***Kolotylo Mariia***Student  
National Technical University "Dniprovsha Polytechnic", Dnipro*

## **ВИЗНАЧЕННЯ НАЙБІЛЬШ ЕФЕКТИВНОГО АЛГОРИТМУ ФОРМУВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПОРТФЕЛЯ НА ФОНДОВИХ РИНКАХ США**

### **DETERMINATION OF THE MOST EFFECTIVE ALGORITHM FOR FORMATION OF THE INVESTMENT PORTFOLIO IN THE US STOCK MARKETS**

#### **АНОТАЦІЯ**

У статті розглянуто теоретичні засади, методики та концепції формування інвестиційного портфеля шляхом підбору найбільш ефективних і надійних інвестиційних вкладень. Проаналізовано та вибрано найефективніші фінансові інструменти для формування інвестиційного портфеля для отримання максимального прибутку та з мінімальним рівнем ризику. Застосовано методи економіко-математичного моделювання, а саме модель Марковіца, модель Пістунова-Сітнікова та об'єднану модель Шарпа та Пістунова-Сітнікова для розв'язування задачі вибору портфеля цінних паперів на прикладі американської фондової біржі. Сформовано три інвестиційні портфеля за різними підходами, проведено оцінювання їх якості та ефективності за допомогою коефіцієнта Шарпа. Розроблено практичні рекомендації щодо формування оптимального портфеля інвестицій.

**Ключові слова:** акції, інвестиції, інвестиційний портфель, ризик, прибутковість, диверсифікація, модель Марковіца, модель Пістунова-Сітнікова, коефіцієнт Шарпа.

#### **АННОТАЦИЯ**

В статье рассмотрены теоретические основы, методики и концепции формирования инвестиционного портфеля путем подбора наиболее эффективных и надежных инвестиционных вложений. Проанализированы и выбраны самые эффективные финансовые инструменты для формирования инвестиционного портфеля для получения максимальной прибыли и с минимальным уровнем риска. Применены методы экономико-математического моделирования, а именно модель Марковица, модель Пистунова-Ситникова и объединенную модель Шарпа и Пистунова-Ситникова для решения задачи выбора портфеля ценных бумаг на примере американской фондовой биржи. Сформированы три инвестиционных портфеля по разным подходам, проведено оценивание их качества и эффективности с помощью коэффициента Шарпа. Разработаны практические рекомендации по формированию оптимального портфеля инвестиций.

**Ключевые слова:** акции, инвестиции, инвестиционный портфель, риск, доходность, диверсификация, модель Марковица, модель Пистунова-Ситникова, коэффициент Шарпа.

#### **ANNOTATION**

In the modern world despite the rapid development of the financial market almost every investment has a fairly high level of risk. That is why for any investor it is important not only the percentage of profit, but also the reliability of his investment and the guarantee of saving money. The formation of an investment portfolio allows the investor to increase their funds efficiently and with the least risk. In the process of investment activity, the investor is faced with the situation of choosing investment objects with different investment characteristics to achieve the most complete goals. Modern investment activity is directly related to the so-called portfolio theory. The article describes the theoretical foundations, methods and concepts of forming an investment portfolio by selecting the most effective and reliable investment investments. In finance, an investment portfolio is a term that refers to a collection of your assets. A portfolio may include securities including stocks, bonds, mutual funds, money market funds, and exchange-traded funds. It is important to choose the right algorithm for the formation of the investment portfolio, take into account the risks and additional opportunities to achieve the maximum effect from the investment. The most effective financial instruments for the formation of an investment portfolio to obtain maximum profit and with a minimum level of risk were analyzed and selected. Methods of economic and mathematical modeling were applied, namely the Markowitz model, the Pistunov-Sitnikov model and the combined Sharp and Pistunov-Sitnikov model to solve the problem of choosing a securities portfolio on the example of the American stock exchange. Stocks are the most common component of an investment portfolio. They refer to a portion or share of a company. It means that the owner of the stocks is a part owner of the company. The size of the ownership stake depends on the number of shares he owns. Three investment portfolios were formed according to different approaches, and their quality and efficiency were assessed using the Sharpe ratio. The practical recommendations for the formation of an optimal investment portfolio were developed.

**Key words:** shares, investments, investment portfolio, risk, profitability, diversification, Markowitz model, Pistunov-Sitnikov model, Sharpe coefficient.

Постановка проблеми. У сучасному світі, незважаючи на стрімкий розвиток фінансового ринку, майже кожна інвестиція має достатньо високий рівень ризику. Саме тому для будь-якого інвестора важливим є не тільки відсоток прибутку, але й надійність його інвестицій та гарантія збереження коштів. Одне з провідних місць в інвестиційній діяльності посідає питання формування та оцінювання інвестиційного портфеля.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Багатий внесок в економічну теорію з питань інвестиційної діяльності та ефективних капіталовкладень зробили українські та зарубіжні вчені, зокрема А.С. Музиченко, О.Д. Данілов, Г.М. Івашина, О.Г. Чумаченко, І.П. Мойсеєнко, В.В. Бочаров, В.М. Чиненов, Е.В. Бехтерева, О.В. Цеслів [10], Д.С. Зінченко [11], І.М. Болярко [12], О.М. Грищенко. Проте, незважаючи на чималі науковий доробок з цього питання, проблема інвестиційних залучень є актуальною.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. В умовах розвитку світового фінансового ринку, розвитку ринкових відносин у всіх сферах життя принципи формування напрямів інвестування для учасників цих процесів набувають особливої актуальності. Для досягнення максимального ефекту від інвестицій важливо вибрати правильний алгоритм формування інвестиційного портфеля, врахувати ризики та додаткові можливості.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є визначення найефективнішого алгоритму формування інвестиційного портфеля для отримання максимального прибутку та з мінімальним рівнем ризику.

Виклад основного матеріалу дослідження. У процесі інвестиційної діяльності інвестор стикається із ситуацією вибору об'єктів інвестування з різними інвестиційними характеристиками для найбільш повного досягнення поставлених цілей. Сучасна інвестиційна діяльність безпосередньо пов'язана з так званою портфельною теорією.

Інвестиційний портфель – це цілеспрямовано сформована сукупність об'єктів реального та фінансового інвестування, призначених для здійснення інвестиційної діяльності згідно з розробленою інвестиційною стратегією підприємства [6]. Основною метою формування такого портфеля є забезпечення реалізації розробленої інвестиційної політики шляхом підбору найбільш ефективних і надійних інвестиційних вкладень. У процесі формування портфеля шляхом комбінування інвестиційних активів досягається нова інвестиційна якість, а саме забезпечується необхідний рівень доходу за заданого рівня ризику.

Дохідність акцій не є сталою величиною і постійно змінюється у часі. Під інвестиційними ризиками розуміються причини мінливості доходів від інвестицій. Всі інвестиції схильні до

різних ризиків. Чим більше мінливість (волатильність) цін, тим вище рівень ризику.

Саме тому виникає потреба визначення ступеня ризикованості акцій. Ця характеристика знаходиться шляхом досліджень зміни доходності у часі. Чим більший період часу буде проаналізований, тим більш достовірний результат ми отримаємо.

У нашому прикладі були використані ціни акцій на фондовому ринку США за 10 тижнів у період з 3 серпня 2020 року по 9 жовтня 2020 року.

Були використані ціни акцій таких відомих компаній, як “Apple” – американської технологічної компанії, яка проектує та розробляє побутову електроніку, програмне забезпечення й онлайн-сервіси, “Tesla” – американська автомобільна компанія, орієнтована на дизайн, виготовлення та продаж електромобілів, та компонентів до них, “Microsoft” – багатонаціональна корпорація комп'ютерних технологій, що є найбільшою у світі компанією-виробником програмного забезпечення, “Intel Corporation” – найбільша у світі компанія-виробник напівпровідникових елементів та пристроїв, найбільш відома як розробник та виробник x86-серії мікропроцесорів, процесорів для IBM-сумісних персональних комп'ютерів, “Chevron Corporation” – інтегрована енергетична компанія США, одна з найбільших корпорацій у світі [6].

Ціни акцій на ринку були взяті з порталу “Investing.com”, що є відомим інтернет-брендом і глобальним фінансовим порталом у 32 версіях на 22 мовах, включаючи додаток для Android на 12 мовах, що надає новини світових фінансових ринків, аналітику, графіки та поточні котировання, технічні дані та інформацію про фінансові інструменти.

Дані з фінансового порталу “Investing.com” подані у табл. 1.

Наше завдання полягає у формуванні ефективного інвестиційного портфеля. Для цього виконаємо розрахунки за декількома методиками. Скористаємося моделлю Марковіца. Метою моделі є складання оптимального портфеля, тобто з мінімальним ризиком і максимальною прибутковістю. Для складання портфеля розв'язується оптимізаційна задача. Мінімізуємо ризик за мінімально допустимого рівня прибутковості:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n w_i \cdot w_j \cdot k_{ij} \cdot \sigma_i \cdot \sigma_j} \rightarrow \min \\ \sum_{i=1}^n w_i \cdot r_i > r_p \\ \sum_{i=1}^n w_i = 1 \\ w_i \geq 0. \end{array} \right. \quad (1)$$

Максимізуємо прибутковість за заданого рівня ризику:

Таблиця 1

## Ціни акцій компаній на фондовому ринку США

Дата	Номер тижня	Компанія				
		"Apple"	"Tesla"	"Microsoft"	"Intel Corporation"	"Chevron Corporation"
		Вартість акцій (дол. США)				
3 серпня 2020 року	1	108,94	297	216,54	48,3	84,81
4 серпня 2020 року	1	109,67	297,4	213,29	49,13	86,49
5 серпня 2020 року	1	110,06	297	212,94	48,92	87,2
6 серпня 2020 року	1	113,9	297,92	216,35	48,57	87,47
7 серпня 2020 року	1	111,11	290,54	212,48	48,03	86,8
10 серпня 2020 року	2	112,73	283,71	208,25	49,22	89,73
11 серпня 2020 року	2	109,38	274,88	203,38	48,19	89,62
12 серпня 2020 року	2	113,01	310,95	209,19	49,19	90,72
13 серпня 2020 року	2	115,01	324,2	208,7	48,56	89,82
14 серпня 2020 року	2	114,91	330,14	208,9	48,89	90,35
17 серпня 2020 року	3	114,61	367,13	210,28	48,93	90,77
18 серпня 2020 року	3	115,56	377,42	211,49	48,65	87,63
19 серпня 2020 року	3	115,71	375,71	209,7	48,33	86,39
20 серпня 2020 року	3	118,28	400,37	214,58	49,17	84,81
21 серпня 2020 року	3	124,37	410	213,02	49,28	85,08
24 серпня 2020 року	4	125,86	402,84	213,69	49,14	87,2
25 серпня 2020 року	4	124,83	404,67	216,47	49,43	86,13
26 серпня 2020 року	4	126,52	430,63	221,15	49,55	84,78
27 серпня 2020 року	4	125,01	447,75	226,58	49,4	84,91
28 серпня 2020 року	4	124,81	442,68	228,91	50,43	85,63
31 серпня 2020 року	5	129,04	498,32	225,53	50,95	83,93
1 вересня 2020 року	5	134,18	475,05	227,27	50,79	83,08
2 вересня 2020 року	5	131,4	447,37	231,65	52,25	83,19
3 вересня 2020 року	5	120,88	407	217,3	50,39	82,28
4 вересня 2020 року	5	120,96	418,32	214,25	50,08	81,93
8 вересня 2020 року	6	112,82	330,21	202,66	48,91	78,97
9 вересня 2020 року	6	117,32	366,28	211,29	49,62	80,03
10 вересня 2020 року	6	113,49	371,34	205,37	48,96	78,15
11 вересня 2020 року	6	112	372,72	204,03	49,28	77,69
14 вересня 2020 року	7	115,36	419,62	205,41	49,41	77,29
15 вересня 2020 року	7	115,54	449,76	208,78	50	76,35
16 вересня 2020 року	7	112,13	441,76	205,05	50,37	78,56
17 вересня 2020 року	7	110,34	423,43	202,91	50,32	78,79
18 вересня 2020 року	7	106,84	442,15	200,39	49,89	78,21
21 вересня 2020 року	8	110,08	449,39	202,5	49,72	76,3
22 вересня 2020 року	8	111,81	424,23	207,42	49,95	75,53
23 вересня 2020 року	8	107,12	380,36	200,59	48,82	71,95
24 вересня 2020 року	8	108,22	387,79	203,19	49,16	71,8
25 вересня 2020 року	8	112,28	407,34	207,82	49,94	71,83
28 вересня 2020 року	9	114,96	421,2	209,44	51,43	73,93
29 вересня 2020 року	9	114,09	419,07	207,26	52,24	72
30 вересня 2020 року	9	115,81	429,01	210,33	51,78	70,42
1 жовтня 2020 року	9	116,79	448,16	212,46	52,24	70,33
2 жовтня 2020 року	9	113,02	415,09	206,19	51,01	71,19
5 жовтня 2020 року	10	116,5	425,68	210,38	51,69	72,7
6 жовтня 2020 року	10	113,16	413,98	205,91	51,37	72,3
7 жовтня 2020 року	10	115,08	425,3	209,83	52,67	73,78
8 жовтня 2020 року	10	114,97	425,92	210,58	53,37	74,22
9 жовтня 2020 року	10	116,97	434	215,81	52,82	74

Джерело: таблицю створено особисто розробником за даними <https://www.investing.com/markets/united-states>

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n w_i \cdot r_i \rightarrow \max \\ \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \cdot \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n w_i \cdot w_j \cdot k_{ij} \cdot \sigma_i \cdot \sigma_j} < \sigma_p \\ \sum_{i=1}^n w_i = 1 \\ w_i \geq 0. \end{array} \right. \quad (2)$$

Друга модель, яка буде використовуватися для формування портфеля, – це модель Пістунова-Сітнікова, яка побудована на основі моделі Марковіца. Її відмінність полягає у тому, що вона не потребує заданого рівня ризику чи дохідності портфеля.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\sqrt{\sum_i x_i^2 v_i^2 + \sum_i \sum_j x_i x_j v_{ij}}}{\sum_i x_i d_i} \rightarrow \min \\ \sum_i x_i d_i \\ x_i \geq 0. \end{array} \right. \quad (3)$$

Наступна модель, яку ми використаємо, – це об'єднана модель Шарпа та Пістунова-Сітнікова.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\sqrt{\sum_i x_i^2 v_i^2 + \sum_i \sum_j x_i x_j v_{ij}}}{(\sum_y \alpha_y x_y + R_n \cdot \sum_y \beta_y x_y) \cdot \sum_i x_i d_i} \rightarrow \min, \\ x_y \geq 0 \\ \sum_y x_y = 1. \end{array} \right. \quad (4)$$

Сформуємо інвестиційний портфель за моделлю Марковіца з кількох американських акцій. Для ефекту диверсифікації візьмемо представників різних секторів економіки США.

За допомогою MS Excel розрахуємо прибутковість за кожен розглянутий період за формулою натурального логарифма. Для розрахунку очікуваної прибутковості беремо середнє зна-

чення за аналізований період. У нашому випадку це 10 тижнів. Розрахунок ризику кожної акції здійснюється за формулою стандартного відхилення.

Таблиця 2  
Очікувана дохідність та ризик акцій фондового ринку США

Показник	"Apple"	"Tesla"	"Microsoft"	"Intel Corporation"	"Chevron Corporation"
Очікувана дохідність	0,15%	0,79%	-0,01%	0,19%	0,30%
Ризик	2,82%	6,33%	2,16%	1,47%	1,72%

Джерело: таблицю створено особисто розробником за даними <https://www.investing.com/markets/united-states>

Наступним кроком буде розрахунок портфеля мінімального ризику. Визначимо частки окремих паперів в портфелі за допомогою надбудови «Пошук рішень». Для початку необхідно задати мінімальний рівень допустимої прибутковості портфеля ( $r_p$ ). Нехай  $r_p = 0,2\%$ . Цей показник залежить від інвестора та може змінюватися.

У результаті ми отримали портфель, у якому 54,9% складають акції компанії "Intel Corporation", 35,24% – "Chevron Corporation", 9,89% – "Microsoft". У цьому портфелі загальна очікувана дохідність складає 0,21%, а рівень ризику – 1,34%. Це та цифра, до якої морально готові люди, що інвестують задля збереження накопичень. Такий портфель має достатньо хороший рівень ризику, але не принесе інвестору великий прибуток. Цей портфель є консервативним. Візуалізація цього портфеля подана на рис. 1.

Аналогічним чином сформуємо портфель максимальної дохідності. Для початку необхідно визначити максимальний рівень допустимого ризику портфеля ( $\sigma_p$ ). Візьмемо  $\sigma_p \leq 5\%$ .

У надбудові «Пошук рішень» змінюємо комірку, що оптимізується на прибутковість портфеля, її максимізуємо. Також змінюємо обмеження на допустимий рівень ризику.

У результаті маємо інвестиційний портфель максимальної дохідності з ризиком 5% та дохідністю 0,65%. У цьому портфелі частка акцій компанії "Tesla" складає 77,17%, а частка акцій "Intel Corporation" складає 22,83%. Інвестиційний портфель подано на рис. 2.

Розрахуємо інвестиційний портфель за моделлю Пістунова-Сітнікова. Ця модель не потребує заданого рівня ризику чи дохідності.

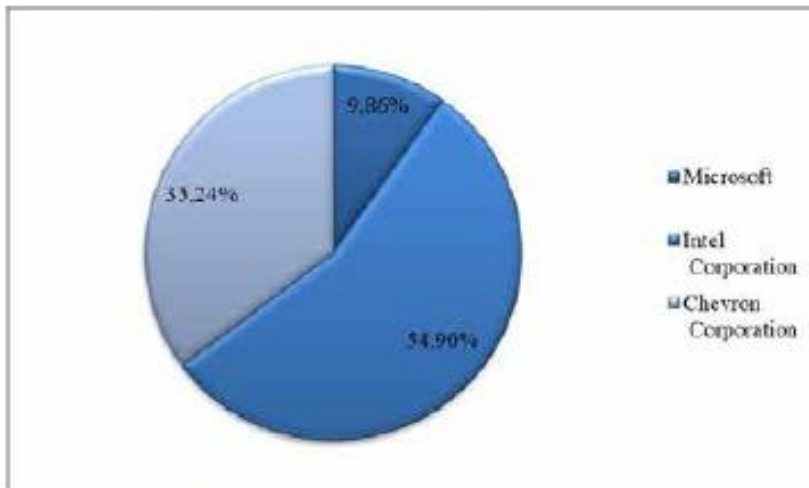


Рис. 1. Портфель мінімального ризику за Марковіцом

Визначимо коваріації між паперами та розв'яжемо оптимізаційну задачу. Для цього скористаємося спеціальною надбудовою в Excel.

У результаті отримуємо інвестиційний портфель з рівнем ризику 5,64%, рівнем доходності 0,7%. У цьому портфелі ледь частка приходить на акції компанії "Intel Corporation" (91,1%), 4,25% припадають на "Chevron Corporation", 2,72% – "Apple", 1,92% – "Microsoft". Візуалізація цього портфеля подана на рис. 3.

Аналогічним чином сформуємо інвестиційний портфель за об'єднаною моделлю Шарпа та Пістунова-Сітнікова та проаналізуємо отриманий результат. Розв'яжемо оптимізаційну задачу. Для цього скористаємося спеціальною надбудовою «Пошук рішення» в MS Excel.

У результаті отримуємо інвестиційний портфель із загальною доходністю 0,79% та рівнем ризику 5,7%. У цьому портфелі, як і у більшості інших, більша частка приходить на акції компанії "Intel Corporation" (60%), 6,8% має "Chevron Corporation", 33,2% – "Tesla". Візуалізація цього портфеля подана на рис. 4.

У результаті маємо такі абсолютні значення прибутковості та ризику інвестиційного портфеля, що подані в табл. 3.

Коефіцієнт Шарпа являє собою відносний показник «прибутковість – ризик інвестиційного фонду» і відображає те, у скільки разів рівень надлишкової прибутковості вище рівня ризику. Формула розрахунку коефіцієнта Шарпа:

$$\text{Sharp ratio} = \frac{r_p - r_f}{\sigma_p} \quad (5)$$

Для оцінки прибутковості безризикового активу використовуємо прибутковість банківського вкладу найбільш великого банку України (0,5%).

Розрахуємо коефіцієнт Шарпа для трьох портфелів та порівняємо результати. Результати подано у табл. 4.

Висновки. Таким чином, було сформовано три інвестиційні портфеля за

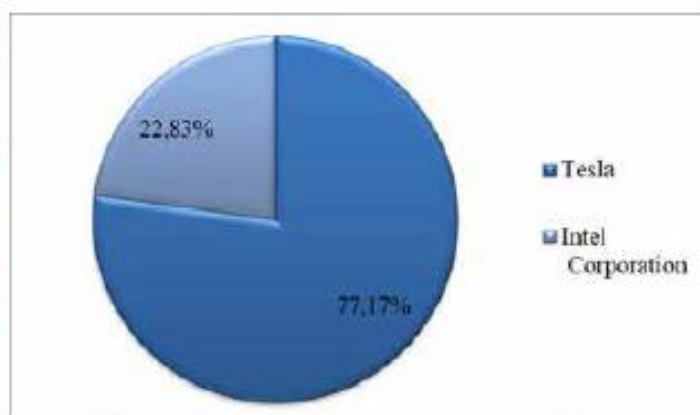


Рис. 2. Портфель максимальної доходності за Марковіцом

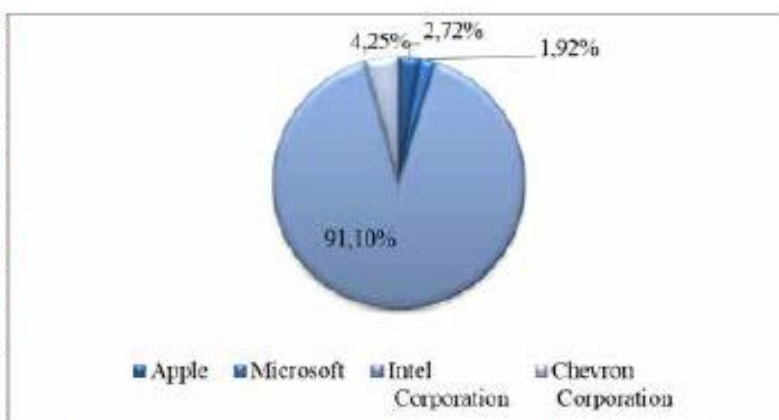


Рис. 3. Інвестиційний портфель за моделлю Пістунова-Сітнікова

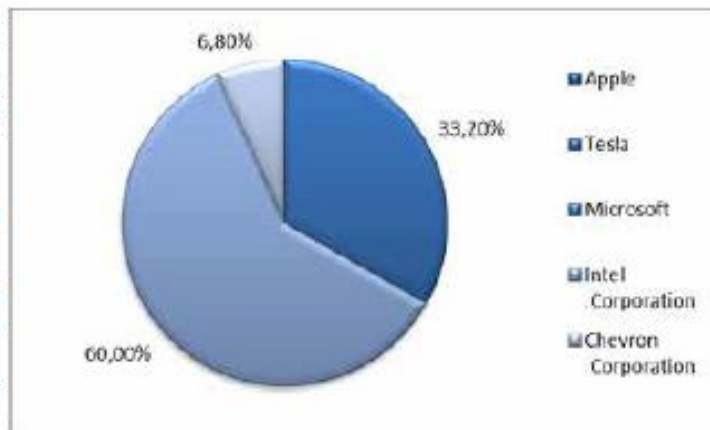


Рис. 4. Інвестиційний портфель за об'єднаною моделлю Шарпа та Пістунова-Сітнікова

Таблиця 3  
Абсолютні значення прибутковості та ризику сформованих інвестиційних портфелів

Модель	Ризик (%)	Доходність (%)
Модель мінімального ризику Марковіца	1,34	0,21
Модель максимальної доходності Марковіца	5	0,65
Модель Пістунова-Сітнікова	5,64	0,7
Об'єднана модель Шарпа та Пістунова-Сітнікова	5,7	0,79

Джерело: таблицю створено особисто розробником за даними <https://www.investing.com/markets/united-states>

Таблиця 4

## Оцінка ефективності інвестиційного портфеля за коефіцієнтом Шарпа

Інвестиційний портфель	Коефіцієнт Шарпа
Модель мінімального ризику за Марковіцом	-0,184
Модель максимальної дохідності за Марковіцом	0,3
Модель Пістунова-Сітнікова	0,35
Об'єднана модель Шарпа та Пістунова-Сітнікова	0,41

Джерело: таблицю створено особисто розробником за даними <https://www.investing.com/markets/united-states>

різними підходами та проведено оцінювання їх якості й ефективності за коефіцієнтом Шарпа. Отримані результати свідчать про те, що портфель мінімального ризику за Марковіцом має негативний рівень надлишкової прибутковості, отже, вкладати в нього кошти недоцільно.

Портфель максимальної дохідності, портфель Пістунова-Сітнікова та портфель за об'єднаною моделлю Шарпа та Пістунова-Сітнікова мають позитивний рівень надлишкової прибутковості, але мають вищий рівень ризику, тому можна розглянути інші варіанти. Також об'єднана модель Шарпа та Пістунова-Сітнікова має найбільший коефіцієнт Шарпа, що свідчить про те, що цей портфель є найпривабливішим для інвестування. Встановлено, що ці алгоритми можна використовувати для формування портфелів з різними видами акцій на американському фондовому ринку.

Перевагою моделі Пістунова-Сітнікова є те, що вона не потребує заданого рівня ризику та дохідності, метод є простим у реалізації в MS Excel, швидко розв'язується задача, отриманий наближений розв'язок достатньо близький до точного. Загалом розв'язки можуть відображати досить точну поведінку об'єкта дослідження за певних умов, наближених до умов невеликих ідеалізованих систем.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Про інвестиційну діяльність : Закон України від 18 вересня 1991 року № 1560-XII. URL: <http://www.zakon.rada.ua> (дата звернення: 10.10.2020).
2. Фінансовий портал Investing.com. URL: <https://www.investing.com> (дата звернення: 10.10.2020).
3. Пістунів І.М. Економічна кібернетика. Дніпро : НГУ, 2014. 215 с.
4. Pistunov I.M., Bielkina I.A., Churikanova O.Yu. Statistical and Wilson EOQ models conjunction for order quantity optimization. *Naukovyi Visnyk NHU*. 2018. № 2. P. 163–168.

5. Фінансові інвестиції: визначення та класифікація в податковому та бухгалтерському обліку URL: <http://www.dtkk.com.ua/show/3cid0579.html> (дата звернення: 10.10.2020).
6. Цеслів О.В., Зінченко Д.С. Дослідження моделей формування оптимального портфеля фінансових інвестицій на фондовому ринку України. *Науковий вісник Херсонського державного університету*. 2016. Вип. 19. Ч. 2. С. 157–162.
7. Зінченко Д.С. Удосконалення підходів до управління інвестиційними ресурсами з метою підвищення економічного рівня підприємства. *Інноваційна економіка*. 2017. № 3–4. С. 202–207.

## REFERENCES:

1. On investment activity: Law of Ukraine of 18.09.1991, № 1560-XII [Electronic resource]. Available at: <http://www.zakon.rada.ua> (accessed 10 October 2013).
2. Financial portal Investing.com [Electronic resource]. Available at: <https://www.investing.com> (accessed 10 October 2013).
3. Pistunov I.M. (2014) *Economic cybernetika* [Economic cybernetics]. Dnipro. (in Ukrainian)
4. Pistunov I.M., Bielkina I.A., Churikanova O.Yu. (2018) *Statistical and Wilson EOQ models conjunction for order quantity optimization* [Statistical and Wilson EOQ models conjunction for order quantity optimization]. *Naukovyi Visnyk NHU*, no. 2, pp. 163–168.
5. Financial investments: definition and classification in tax and accounting [Electronic resource]. Available at: <http://www.dtkk.com.ua/show/3cid0579.html> (accessed 10 October 2013).
6. Tseliv O.V., Zinchenko D.S. (2016) *Doslidzhennia modelei formuvannia optymalnogo portfelia finansovykh investytsii na fondovomu rynku Ukrainy* [Research of models of formation of optimal portfolio of financial investments on the stock market of Ukraine]. *Scientific herald of the Kherson state university*, issue 19, part 2, pp. 157–162.
7. Zinchenko O.A., Zinchenko D.S. (2017) *Udoskonalennia pidkhodiv do upravlinnia investytsiynymi resursamy z metoiu pidvyschennia ekonomichnoho rinvia pidpriemstva* [Improvement of approaches to management of investment resources for the purpose of increase of economic level of the enterprise]. *Innovative economy*, no. 3–4, pp. 202–207.