

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Інститут Комп'ютерних наук та інформаційних технологій

Кафедра Програмної інженерії та інтелектуальних технологій управління

Спеціальність 122 Комп'ютерні науки

Освітня програма Комп'ютерні науки та інтелектуальні системи

**РОЗРАХУНКОВО-ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ №2 за курсом  
«Основи наукових досліджень»**

Тема роботи Технологія наукового дослідження: Логіка  
конструювання методологічного апарату наукового експерименту.  
Планування експерименту. Статистичний аналіз. Сучасні напрями розвитку  
статистичного аналізу. Робота з інформацією для отримання наукового  
результату

Виконав студент 5 курсу, групи КН-М422

Захар Геннадійович ПАРАХІН

(підпис, прізвище та ініціали)

Перевірила Тетяна Володимирівна КОЗУЛЯ

(підпис, прізвище та ініціали)

Харків 2023

## **1 Хід роботи**

### **1.1 Визначення мети та завдань наукового експерименту**

Метою експерименту є доказ гіпотези доцільності запровадження моделі, що базується на основі штучного інтелекту, з ціллю покращення торгівлі акціями для збільшення прибутковості.

Щоб доказати гіпотезу про доцільність запровадження моделі на основі штучного інтелекту у торгівлі акціями, слід зробити дослідження для порівняння результатів торгівлі із цією моделлю та без неї.

Можна використати статистичний аналіз для порівняння прибутковості перед та після запровадження моделі, щоб дослідити її вплив на прибутковість. Результати дослідження слід інтерпретувати для досягнення основних висновків щодо доцільності застосування.

Необхідно виконати кілька кроків:

1. Вивчити існуючу модель торгівлі акціями та оцінити поточну прибутковість.
2. Дослідити варіанти штучного інтелекту, які можуть бути застосовані для покращення прибутковості і зробити порівняльний аналіз результатів.
3. Побудувати прототип та подивитися як саме він функціонує у реальних умовах.
4. Формування висновків про доцільність запровадження моделі штучного інтелекту для покращення прибутковості.

Якщо результати показують, що прибутковість за допомогою моделі перевищує прибутки без її використання, то гіпотеза підтверджується. Модель, базуючись на штучному інтелекті, для покращення торгівлі акціями і збільшення прибутку може бути представлена так: відповідно до отриманих даних і використовуючи штучний інтелект, модель буде аналізувати поточні ціни і динаміку ринку, пропонувати користувачам точні прогнози поточних цін та прогнозувати можливі ціни в майбутньому.

## 1.2 Вибір об'єкта дослідження

Об'єктом виступає модель на основі штучного інтелекту та звичайна модель торгів відповідно до типових варіантів автоматизації.

Для них ключовими факторами є ціни акцій, діапазон змін і тенденція, якщо брати основні в подальшому можливо розширити цей список різними впливами ринку, але поки для порівняння за прибутковістю цього достатньо.

## 1.3 Теоретична підготовка експерименту

Об'єктом експерименту є модель, що основана на штучному інтелекті. Цей об'єкт треба порівнювати з індексом ринку (як S&P500), та торгівлею за допомогою стандартних засобів (як оптимізація Марковіца), якщо ІІІ має переваги у врахуванні ризику, а також більший прибуток, тоді гіпотеза буде підтверджена.

## 2. Планування експерименту:

Для початку візьмемо встановимо рамки використаного дослідження [3] у часі і також у виборі типу торгів акціями. Як тип торгів було вибрана низькочастотна торгівля (довгострокове інвестування) за допомогою інвестиційних портфель. Для цього візьмемо 20-річний термін з 1995 по 2015 [2]. Портфель акцій буде щорічно перебалансовуватися.

Є модель ІІІ, що враховує такі фактори:

- індекс S&P500;
- державні облігації США (як агрегація облікової ставки у регіонального лідера (США));
- акції (ціни акцій на той момент часу).

Відгуком є результат сформованого інвестиційного портфелю і представляється у його річній прибутковості. Модель ІІІ буде порівнюватися з оптимізацією Марковіца [1] — оптимізування портфелю через середні дисперсії, де дисперсія активу вважається за ризик активу,

тобто прибутковість намагаються максимізувати одночасно зменшуючи стандартне відхилення до мінімуму.

Через такий підхід у моделі Марковіца прибуткові активи з порівняно більшою дисперсією не беруться до інвестиційного портфелю, що зменшує дійсну прибутковість від активів.

У моделі ІІІ ( на навчанні) використовується вхідні сигнали (фактори), що перетворюються на ваги портфеля і проводиться щорічне перебалансування. Модель корегує ваги і потім шукає комбінацію серед заданих акцій компаній, що дасть найвищий можливий прибуток базуючись на даних кожного активу і фондового ринку в цілому (S&P500 та облігації США) для формування портфелю на наступний рік.

Експеримент не бере до уваги:

- витрати пов'язані з оподаткуванням;
- комісійні брокерів (від виводу);
- зміни динаміки торгів викликані автоматизацією (тобто вважається це як звичайне явище ринку);
- зміни від махінацій банків у (2008-2009 роках) (так само як із автоматизацією).

## **1. Початкові дані**

Обрані акції 40 компаній США. Компанії обрані за принципом зменшення ризику від тих, що орієнтовані на один продукт (мають прибутковість від єдиного продукту більше 55%) і знаходяться на ринку десятки років. Також до портфелю можуть включатися облігації США, для корегування ризиків портфелю (облігації мають найнижчий ризик). У таблиці 1 відображено список компаній та їх скорочення.

Таблиця 1 — список компаній для роботи III

Ticker	Name	Ticker	Name
AXP	American Express	INTC	Intel
BBBY	Bed, Bath & Beyond	JNJ	Johnson & Johnson
BID	Sotheby's	K	Kellogg
BA	Boeing	KO	Coca-Cola
CL	Colgate-Palmolive	LMT	Lockheed-Martin
CLX	Clorox	MCD	McDonald's
CPB	Campbell Soup	MMM	3M
CSCO	Cisco	MSFT	Microsoft
DE	Deere	NKE	Nike
DIS	Disney	ORCL	Oracle
EMR	Emerson Electric	PEP	PepsiCo
GD	General Dynamics	PG	Procter & Gamble
GIS	General Mills	PH	Parker-Hannifin
GPC	Genuine Parts	ROK	Rockwell Automation
GPS	The Gap	SBUX	Starbucks
HD	Home Depot	TIF	Tiffany's
HOG	Harley-Davidson	TXN	Texas Instruments
HSY	Hershey	VAL	Valspar
IBM	IBM	WMT	Wal-Mart
IFF	Int. Flavors & Fragrances	XOM	Exxon-Mobil

## 2. Ваги моделі III

Ваги для всіх, окрім облігацій США, обмежені 10% і в сумі мають надавати 100% для акцій, що входять в портфель. Розрахунок вагів, порівнюється моделлю з індексом S&P500 та облігаціями США, де коли знаходить високий нехаотичний ризик збільшується ваговий коефіцієнт у облігацій для зменшення втрат.

Ваги розраховуються щоденно, але коректування на наступний рік проводиться одноразово. При моделі оптимізації Марковіца є можливість проводити торги щодня, але III це було заборонено, так як це важливо для виключно довгострокової торгівлі, коли стандартна модель дозволяє для збільшення прибутку робити такі операції. Оцінка моделлю вагів відображена у таблиці 2, де зображено період з 1995 до 2015 року, де вказані мінімальні ваги активів за період (Min), середні (Mean), та максимальні (Max), також система дозволяє проводити аналіз активів від індексу, що надає можливість порівняння з ринковою ситуацією на той час.

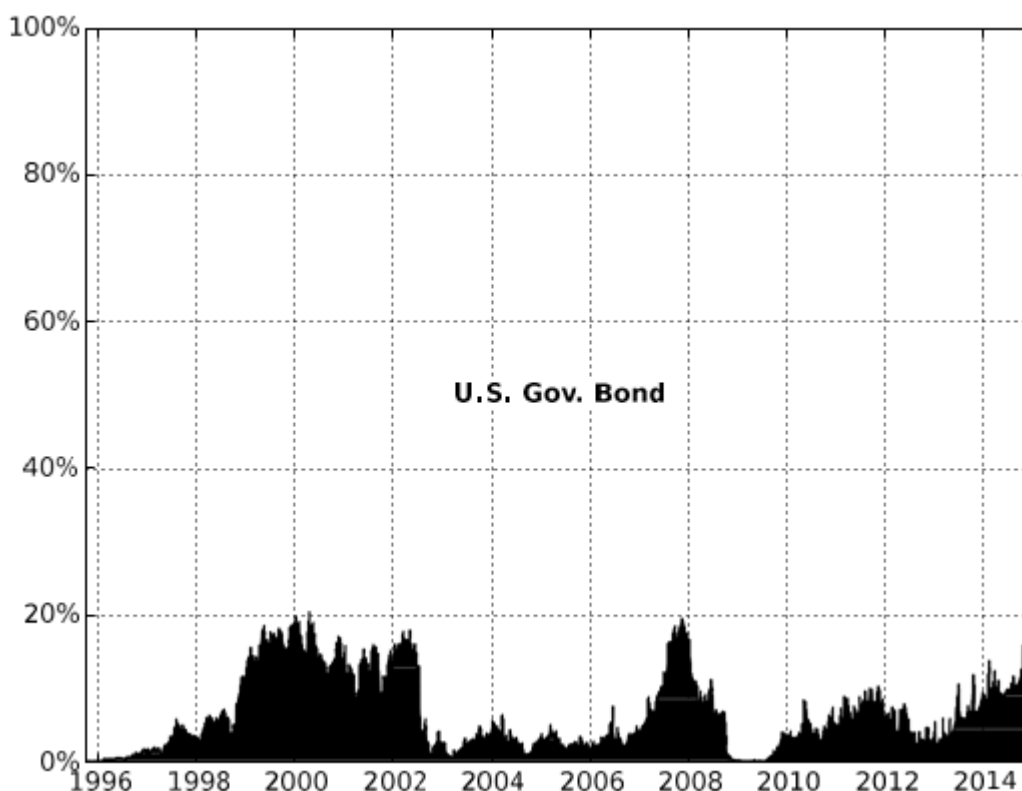
Таблиця 2 — Статистика вагів моделі ІІІ за період 1995-2015

Asset	Portfolio Weight		
	Min	Mean	Max
U.S. Bond	0.0%	6.3%	20.4%
S&P 500	0.0%	0.0%	0.0%
AXP	0.0%	2.3%	8.7%
BBBY	0.7%	3.5%	9.5%
BID	0.0%	3.7%	9.3%
BA	0.1%	3.0%	7.5%
CL	0.0%	1.4%	5.4%
CLX	0.1%	1.3%	2.5%
CPB	0.0%	0.0%	0.5%
CSCO	0.1%	1.9%	8.2%
DE	0.7%	3.6%	6.8%
DIS	0.0%	1.0%	5.6%
EMR	0.0%	0.2%	2.4%
GD	0.5%	3.9%	9.3%
GIS	0.0%	0.1%	2.2%
GPC	0.1%	1.2%	4.6%
GPS	0.1%	2.1%	7.9%
HD	0.6%	3.6%	8.4%
HOG	0.1%	2.0%	8.9%
HSY	0.4%	3.4%	7.2%
IBM	0.0%	1.9%	7.7%

Asset	Portfolio Weight		
	Min	Mean	Max
IFF	0.1%	0.7%	3.0%
INTC	0.1%	1.7%	5.9%
JNJ	0.0%	0.1%	1.4%
K	0.0%	0.1%	1.1%
KO	0.0%	0.2%	1.3%
LMT	1.0%	5.8%	9.6%
MCD	0.1%	2.9%	7.5%
MMM	0.0%	0.1%	0.5%
MSFT	0.1%	1.4%	3.9%
NKE	1.4%	5.5%	8.7%
ORCL	0.3%	5.3%	9.7%
PEP	0.0%	0.0%	0.0%
PG	0.0%	0.9%	5.7%
PH	0.1%	1.5%	5.1%
ROK	0.9%	5.5%	9.9%
SBUX	4.3%	7.8%	10.0%
TIF	0.2%	3.8%	9.5%
TXN	1.2%	3.4%	8.9%
VAL	0.1%	3.1%	7.8%
WMT	0.1%	1.7%	6.8%
XOM	0.1%	1.9%	4.7%

З цього можливо вивести висновок, якщо подивитись на S&P500, що він мав ваги з нульовим значенням (важливо, активи компаній присутні в індексі, тому це порівнювані фактори для фондового ринку), тобто модель кожен рік знаходила комбінацію більш дієву та прибутковішу, ніж отримувалося фондовим ринком, іншими словами прибутковість у ІІІ вище за зростання прибутку на фондовому ринку США.

Розглянемо графік на зображенні 1, того як змінювалися ваги у моделі відносно облігацій США (U.S. Gov. Bond ), для розуміння того, як система боролася з ризиками під час підготовки.



Зображення 1 — Ваги моделі для облігації США по кожному повному року періода 1995-2014.

Як відображено на графіку (зобр. 1), модель нарощувала ваги, а відповідно збільшувала частку у портфелі облігацій, що зменшують ризик, кожен раз перед кризами більше 10%, тобто перед кризою доткомів (2000), міжнародною фінансовою кризою та у 2014 році (кризи не було, але скоріше був вплив на розхитування фондового ринку США скоріше за все через політичні причини, бо модель дуже різко на цьому році змінювала оцінку вагів).

Такоє це означає, що модель ШІ все таки орієнтована на прибуток і через ризикованість заповнювала замість інших активів саме облігації як більш привабливі (достатньо ефективні для збільшення прибутку за рік).

### 3 Оснащення експерименту

Програма Microsoft Excel є програмним засобом для роботи з таблицями даних, що дозволяє упорядковувати, аналізувати і графічно представляти різні види даних. Клас програм, використовуваних для цієї

мети, називається електронними таблицями або табличними процесорами. Застосування електронних таблиць спрощує роботу з даними і дозволяє одержати результати без проведення розрахунків вручну або спеціального програмування. Також була використаний пакет MatLab для роботи з нейронною мережею.

У науково-технічних завданнях електронні таблиці можна використовувати ефективно, наприклад, для: проведення однотипних розрахунків над великими наборами даних; · автоматизації підсумкових обчислень; · рішення задач шляхом підбору значень параметрів, табуляції формул; · обробки результатів експериментів; · проведення пошуку оптимальних значень параметрів; підготовки табличних документів; побудови діаграм і графіків за наявними даними.

#### 4. Проведення експерименту

Отримаємо дані про результати утворення інвестиційних торгів для моделі ШІ і результати у таблиці 3, в яких вказані роки інвестування від 1 до 10, і відсотки прибутковості сформованих активів (чим більше час інвестування тим більший дійсний прибуток від капіталу, так як діють складні відсотки). Також вказане середня дохідність на період Mean, Stdev – стандартне відхилення, Min – мінімальна в періоді, Qst - квартильна, Max – максимальна.

Таблиця 3 — Результати для штучного інтелекту

Artificial Intelligence							
Years of Investing	Mean	Stdev	Min	1 <sup>st</sup> Qrt.	Median	3 <sup>rd</sup> Qrt.	Max
1	27.8%	23.9%	(39.8%)	14.8%	25.4%	38.1%	162.6%
2	26.6%	16.6%	(19.8%)	17.5%	23.7%	35.3%	86.5%
3	26.1%	12.9%	(7.6%)	18.1%	23.3%	31.9%	68.3%
4	25.3%	10.8%	(3.0%)	19.1%	22.1%	29.5%	57.5%
5	24.4%	8.6%	3.3%	18.8%	22.2%	29.3%	49.3%
6	23.6%	6.7%	11.0%	19.0%	21.0%	29.5%	43.6%
7	22.9%	5.9%	7.0%	19.1%	21.3%	27.8%	36.5%
8	22.8%	5.8%	8.0%	18.9%	20.9%	27.7%	36.3%
9	22.8%	5.3%	11.0%	19.5%	21.1%	27.8%	35.8%
10	22.7%	4.5%	15.0%	19.5%	21.1%	26.8%	33.4%



Тепер потрібно створити таку ж таблицю і для індекса S&P500 та моделі Марковіца (Рівнозважене ребалансування) у таблиці 4.

Таблиця 4 — результати Марковіца

Equal-Weighted Rebalancing							
Years of Investing	Mean	Stdev	Min	1 <sup>st</sup> Qrt.	Median	3 <sup>rd</sup> Qrt.	Max
1	14.9%	16.6%	(37.7%)	5.7%	15.0%	25.4%	95.2%
2	13.9%	11.6%	(21.3%)	7.5%	13.8%	21.7%	53.6%
3	13.2%	8.9%	(10.6%)	7.0%	13.3%	18.3%	37.6%
4	12.4%	7.3%	(6.8%)	7.0%	10.6%	17.0%	33.4%
5	11.7%	5.8%	(3.1%)	7.6%	10.1%	15.2%	30.3%
6	11.2%	4.2%	3.5%	8.6%	10.1%	13.1%	27.0%
7	10.7%	3.0%	(0.5%)	9.1%	10.5%	12.5%	20.7%
8	10.7%	3.1%	0.5%	9.1%	10.8%	12.2%	18.7%
9	10.8%	3.1%	2.1%	9.3%	11.3%	12.5%	18.0%
10	10.8%	2.9%	3.2%	8.8%	11.5%	12.4%	16.9%

Як видно тільки по одних середніх модель на III обходить в середньому на приблизно 10% модель PP (Марковіца). Також якщо взяти до уваги максимальні значення по одно-річному інтервалу, то можна зробити висновок, що модель III має значний потенціал для короткотривалих інвестицій.

Тепер перевіримо з ринковим показником як індекс S&P (таб. 5)

Таблиця 5 — Результати індексу S&P500

S&P 500							
Years of Investing	Mean	Stdev	Min	1 <sup>st</sup> Qrt.	Median	3 <sup>rd</sup> Qrt.	Max
1	10.0%	18.4%	(47.4%)	2.7%	13.1%	21.9%	72.1%
2	8.7%	14.4%	(28.9%)	(1.0%)	11.2%	19.0%	42.5%
3	7.5%	11.7%	(17.2%)	(2.4%)	10.2%	16.3%	33.3%
4	6.4%	9.4%	(11.8%)	(1.8%)	5.0%	14.9%	27.0%
5	5.4%	7.1%	(8.2%)	(0.3%)	2.5%	11.3%	25.2%
6	4.8%	4.7%	(1.7%)	1.8%	3.3%	6.3%	23.1%
7	4.4%	2.9%	(5.7%)	2.7%	4.2%	6.0%	18.2%
8	4.6%	3.0%	(5.7%)	3.0%	5.1%	6.8%	10.0%
9	4.8%	3.5%	(6.1%)	2.9%	5.8%	7.5%	9.8%
10	4.9%	3.7%	(4.5%)	2.3%	6.7%	7.9%	9.7%

Якщо беремо результати індекса як ринкові показники зростання, як показник інфляції, або у випадку як загальні результати агентів на ринку, то маємо висновок, що Марковіца дає не значне збільшення у порівнянні з ринком, тобто не дає який на 3-5% перевищує інфляцію або може бути не

значним у порівнянні до зростання ринку, тобто потребує великих впливань, також з точки боку самої моделі Марковіца — це обґрунтовується зниженням дисперсії, тобто ризику до рівня не значно нижчого за ринковий ризик.

При порівнянні з моделю ІІІ, маємо наступне ризик більше, одночасно з збільшенням прибутковості і значно переважає над ринковим показником (індексом) та має кращі результати у прибутковості.

Тепер перейдемо до ключової частини, тобто оцінки дійсного ризику (втрат “Loss”) для інвестиційних портфелів (таб. 6)

Таблиця 6 — Ймовірність втрат по інвестиційним періодам згідно з дійсними даними інтервалу 1995-2015

Probability of Loss										
Years of Investing	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Artificial Intelligence	8.0%	4.8%	1.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Equal Weighted	15.1%	11.0%	7.2%	2.6%	0.7%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
S&P 500	22.6%	26.4%	29.1%	36.2%	28.1%	7.9%	4.7%	9.0%	11.9%	18.3%

Наглядно зображено у таблиці 6 меншу ймовірність втрат у моделі ІІІ.

## 6. Аналіз отриманих результатів

Ключові моменти аналізу відображені у проведенні аналізу на рисунку 2 зображено різницю між S&P500 та моделлю ІІІ, де модель ІІІ показує кращі результати на всьому неперервному інтервалі. Та сумарно така ж ситуація з оптимізацією Марковіца.



Зображення 2 — графік порівняння ІІІ та S&P500.

Також була підтверджена гіпотеза, що на модель III має більшу прибутковість (різниця у середньому близько 10%), а ніж стандартна модель торгівлі акціями (таб.3,4,5). Вагомим чинником є менша ймовірність втрат, ніж у індексу та Марковіца (таб.6), що дуже важливо і надає можливість як вкладати великий капітал так і незначний за допомогою моделі, так як з меншим ризиком програшу є і більша прибутковість.

До мінусів моделі III, можна додати те, що можливо потрібно спробувати з іншими діапазонами часу, та те, що спочатку, моделі III використовуються у високоінтенсивних торгах, тобто для іншого типу інвестування, що видно з таблиці 3 та 5, так як на однорічному інтервалі збільшується максимальний прибуток та більше, ніж ринковий індекс, який має вплив від ірраціональних дій агентів.

## ВИСНОВКИ

Науково-експериментальні результати: було проведено експерименти декілька сотень для моделі III ( в таблицю 3 вписані середні значення) і розраховано результати для оптимізації Марковіца. На модель III впливають перелічень фактори і на виході маємо відгук у вигляді прибутковості портфелю інвестиції. Модель було перевірено й отримано статистичні дані про відгук, всі фактори взяті зі вже перевірених моделей для торгівлі акціями. Також порівняно з індексом як ринковим зростанням і також дійсною моделлю Марковіца на історичних даних.

Відповідно гіпотеза була доведена III має більшу прибудковість, також виявлено що ймовірність втрат зменшується.

Наукові результати: таким чином модель III адекватна, то покращення самої моделі є новою пропозицією для торгівлі акціями (як розширення типів торгівлі та адаптації до кризових умов).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. H. Markowitz, Portfolio Selection, Efficient Diversification of Investments.: John Wiley & Sons, 1959.
2. Онлайн-ресурс з даними індексів і фондових ринків:  
<https://www.officialdata.org/us-economy>
3. Magnus Pedersen, Artificial Intelligence for Long-Term Investing, 2016.:  
[https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2740218](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2740218)