

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ**

**ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**КАФЕДРА ЕКОНОМІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ І СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ**

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Спеціальність	Економіка
Освітня програма	Економічна кібернетика
Група	8.04.051.020.21.1

**ДИПЛОМНА РОБОТА**

на тему: «Моделювання динаміки фондових ринків»

Виконала: студентка Анастасія Білоусова

Керівник: д.е.н., професор Лідія ГУР'ЯНОВА

Рецензент: PhD, as. prof., Bratislava University of Economics and Management  
(Bratislava, Slovakia) NADIYA DUBROVINA

Харків – 2022 рік

## РЕФЕРАТ

Звіт про дипломну роботу: 79 сторінок, 3 розділи, 92 рисунки, 7 таблиць, 41 джерело, 1 додаток

Об'єкт дослідження: процеси управління інвестиційною діяльністю.

Предмет дослідження: моделі прогнозування та аналізу прибутковості інструментів фондового ринку.

Мета роботи: побудова моделей прогнозування прибутковості інструментів фондового ринку, за допомогою яких можна оптимізувати інвестиційний портфель.

У роботі розглянуті теоретичні основи фондового ринку та його структури; розглянуто поняття індексних фондів; розглянуті теоретичні основи побудови економетричних моделей динаміки; розроблені адаптивні моделі прогнозування доходності індексних фондів; розроблені моделі класифікації індексних фондів за рівнем інвестиційної привабливості; визначена структура ризиково-ефективного портфеля з індексних фондів; визначені найбільш привабливі об'єкти інвестування.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ІНВЕСТИЦІЇ, ФОНДОВІ РИНКИ, ETF (ІНДЕКСНИЙ ФОНД), ПРИБУТКОВІСТЬ, ПРОГНОЗУВАННЯ, АДАПТИВНІ МЕТОДИ, КЛАСТЕРНИЙ АНАЛІЗ, ОПТИМАЛЬНИЙ ПОРТФЕЛЬ, ІНВЕСТИЦІЙНА СТРАТЕГІЯ

## ABSTRACT

Thesis report: 79 pages, 3 sections, 92 figures, 7 tables, 41 sources, 1 appendix

Object of study: investment management processes.

Subject of study: models for forecasting and analyzing the profitability of stock market instruments.

The purpose of the work: building models for predicting the profitability of stock market instruments, which can be used to optimize the investment portfolio.

The paper considers the theoretical bases of the stock market and its structure; the concept of index funds; theoretical bases of construction of econometric models of dynamics were considered; adaptive models for predicting the profitability of index funds were developed; models for classifying index funds according to the level of investment attractiveness were developed; the structure of a risk-efficient portfolio of index funds was determined; the most attractive investment objects were determined.

**KEY WORDS: INVESTMENT, STOCK MARKETS, ETF (INDEX FUND), PROFITABILITY, FORECASTING, ADAPTIVE METHODS, CLUSTER ANALYSIS, OPTIMAL PORTFOLIO, INVESTMENT STRATEGY**

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АНАЛІЗУ ДИНАМІКИ ФОНДОВИХ РИНКІВ.....	8
1.1. Поняття фондового ринку та його структура.....	8
1.2. Індексні фонди та їх зміст.....	11
1.3. Види індексних фондів.....	13
1.4. Концептуальна схема дослідження.....	23
РОЗДІЛ 2. МОДЕЛІ ДИНАМІКИ ФОНДОВИХ РИНКІВ.....	25
2.1. Особливості побудови економетричних моделей динаміки.....	26
2.2. Розробка моделей прогнозування дохідності індексних фондів.....	29
РОЗДІЛ 3. МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ІНВЕСТИЦІЯМИ В ІНДЕКСНІ ФОНДИ.....	57
3.1. Моделі аналізу характеристик індексних фондів.....	57
3.2. Моделі аналізу інвестицій в індексні фонди.....	63
ВИСНОВКИ.....	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	71
ДОДАТОК.....	76

## ВСТУП

Сьогодні інвестиції є майже невід'ємною частиною економічної діяльності не тільки організацій, але і індивідуальних інвесторів. Все більше і більше поширюється розуміння, що накоплений капітал повинен працювати, тому що при зберіганні своїх активів у грошовій формі, економічна одиниця втрачає свої кошти за рахунок постійної інфляції. За допомогою інвестицій можна не тільки не втратити цінність грошей, а і примножувати свої активи.

У наш час існує безліч інструментів для інвестування: як для консервативного, так і для агресивного інвестора - можна покласти кошти на депозит до банку, а можна інвестувати в криптовалюту з великим рівнем доходності і таким же великим рівнем ризику.

Але який із напрямів вкладень буде найбільш ефективним - остається питанням. У процесі інвестування дуже важливим є аналіз обраних видів інвестування та вміння будувати прогнози за проведеним аналізом.

Обрана тема є бумовно актуальною у наш час, тому що кількість інструментів та видів інвестування зростає кожного дня і для інвесторів важливо вміти проводити аналіз даних інструментів та використовувати розрахунки для досягнення максимального рівня прибутку при мінімальному рівні ризику.

Мета роботи: побудова моделей прогнозування прибутковості інструментів фондового ринку, за допомогою яких можна оптимізувати інвестиційний портфель.

Завдання роботи: розглянути теоретичні основи фондового ринку та його структури; розглянути поняття індексних фондів; розглянути теоретичні основи побудови економетричних моделей динаміки; побудувати адаптивні моделі прогнозування доходності індексних фондів; побудувати моделі класифікації індексних фондів за рівнем інвестиційної привабливості; розрахувати ризиково-ефективний портфель з індексних фондів; визначити найбільш привабливі об'єкти інвестування.

Об'єкт дослідження: процеси управління інвестиційною діяльністю. Предмет дослідження: моделі прогнозування прибутковості інструментів фондового ринку.

## РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АНАЛІЗУ ДИНАМІКИ ФОНДОВИХ РИНКІВ

### 1.1. Поняття фондового ринку та його структура

Термін фондовий ринок стосується бірж, на яких продаються та купуються акції компаній, що належать їм. Подібні операції здійснюються через офіційні біржі та через позабіржову торгівлю, яка діє згідно з правилами. Слова «фондовий ринок» і «біржа» можуть бути використовуваними у якості взаємозамінних. Дилери в запиті на акції продають чи купують акції на одній або декількох фондових біржах, які є частиною фондового ринку [1].

Можна виявити чотири основних види діяльності фондового ринку: організація торгівлі цінними паперами, покращення ринковості фінансових інструментів, надання актуальної фінансової інформації та даних за ринком, керування інвестиційними портфелями.

Фондовий ринок можна поділити на ринок інструментів позик та нерухомості (рис. 1.1).

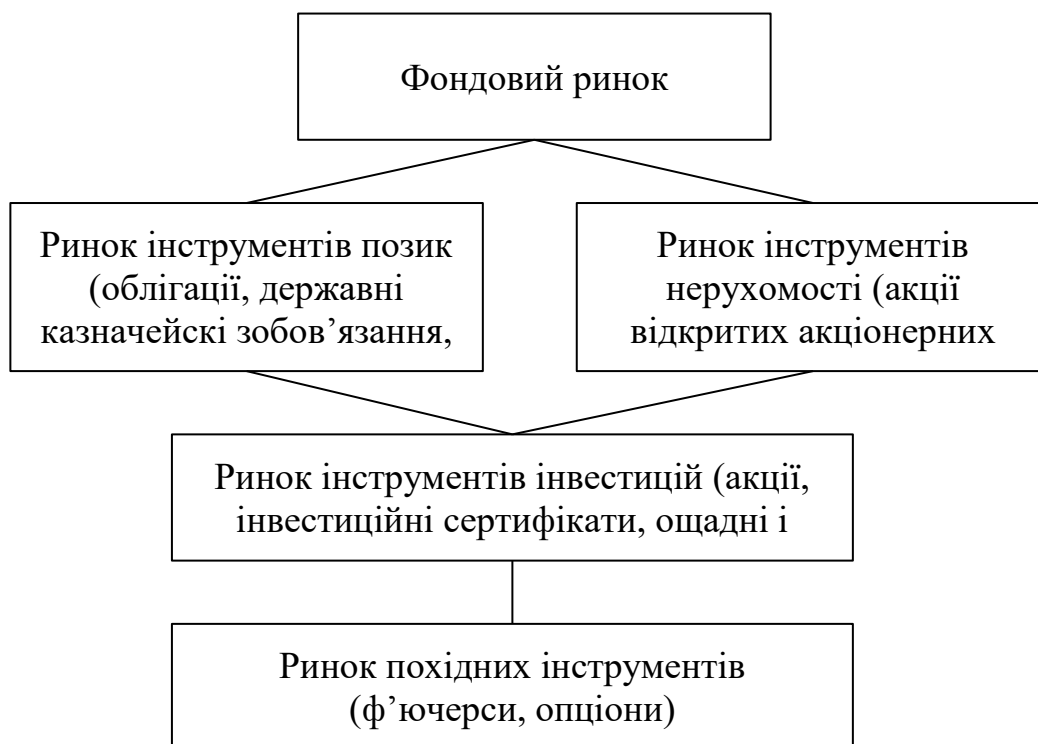


Рис. 1.1. Ринки інструментів

Якщо більш детально роздивитися ринок інструментів позик, можна виділити два типи ринку цінних паперів: первинний та вторинний (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Типи ринку цінних паперів

У первинному ринку цінних паперів позначають головних учасників цього ринку, до яких відносяться: основні емітенти, основні форми та об'єкти угод, а також інвестори. Схема представлена на рис. 1.3.

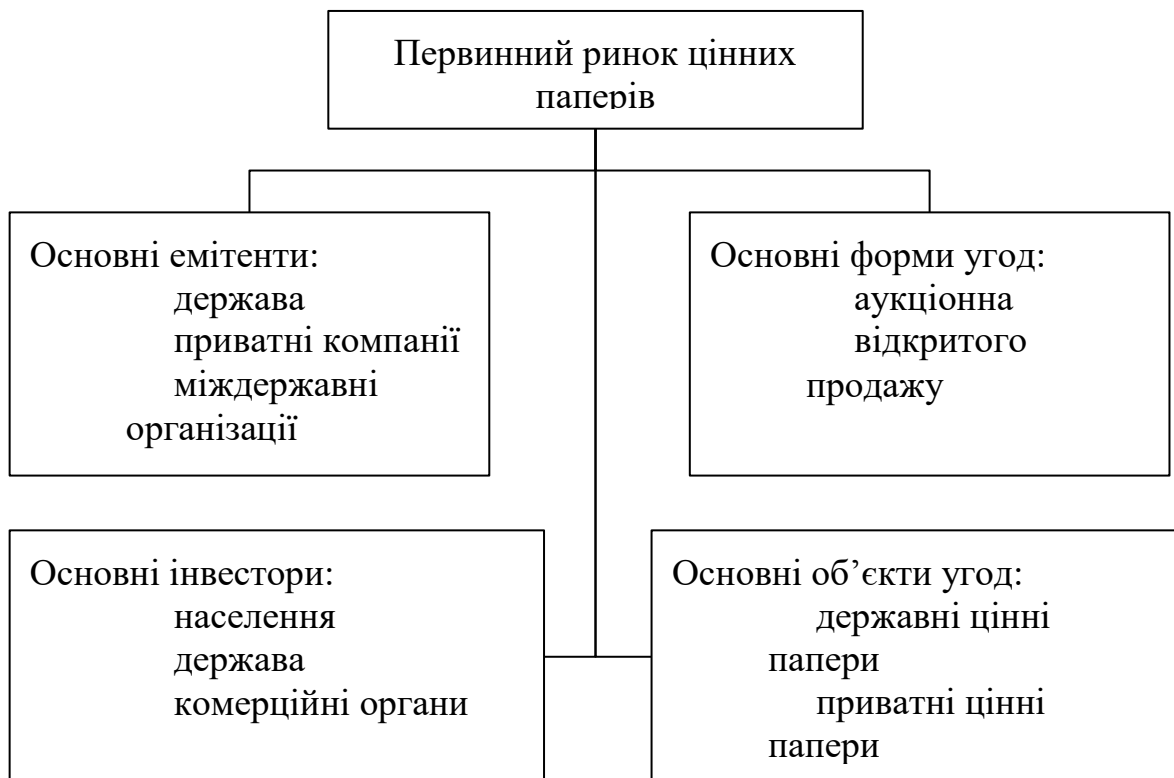


Рис. 1.3. Учасники первинного ринку цінних паперів

Щодо вторинного ринку цінних паперів, визначають дві форми — організований та неорганізований ринок, їх вид залежить від форми організації (рис. 1.4).

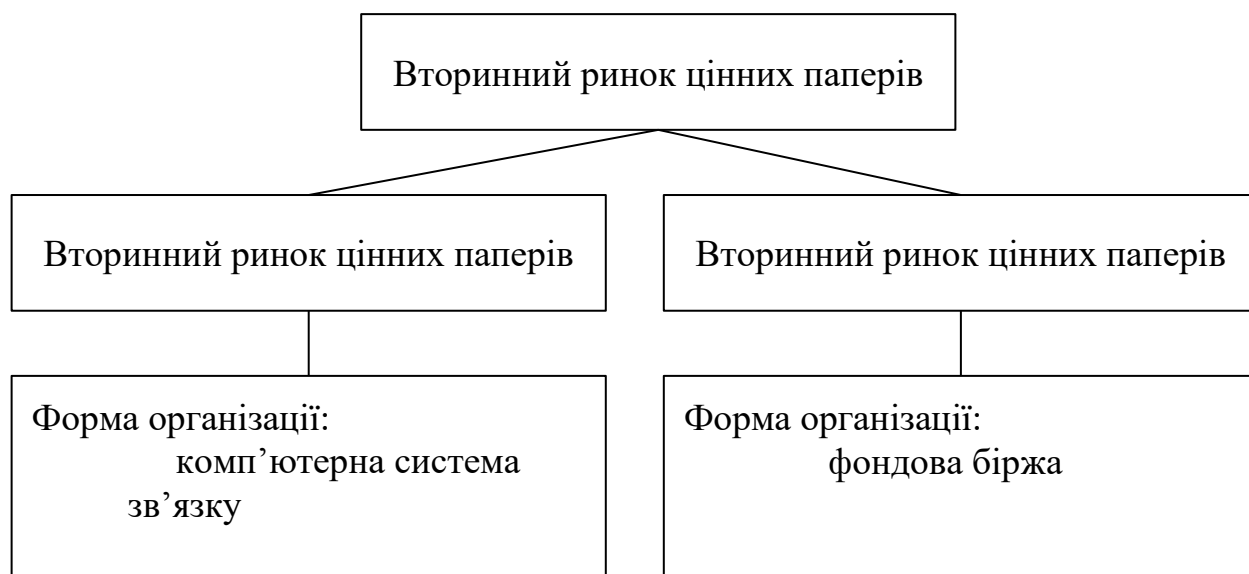


Рис. 1.4. Вторинний ринок цінних паперів

Гравці на ринку можуть бути двох типів. Перший - це клієнти, що сплачують комісію посередників та реєстрацію, доступ до фінансової інформації, за право розкривати цю інформацію громадськості, а також за постачальників інформації, наприклад консалтингові фірми та ЗМІ. До другого типу клієнтів належать усі фінансові суб'єкти, які не можуть безпосередньо вийти на ринок і змушені розміщувати свої замовлення через сертифікованих торговців цінними паперами. Зокрема, існує різниця між інституційними інвесторами та незалежними інвесторами (фізичними особами та корпораціями).

Операції, що проводять фондові ринки можна розділити на прямі послуги та непрямі послуги. Прямі послуги - процеси оцінки, перший крок в розміщенні компанії, вони збільшують довіру інвесторів. Ще одна безпосередня послуга - розкриття якісної та кількісної інформації. Це інформація про квартальні та річні звіти, інформація про статус фірм, зареєстрованих на біржі, про ціни та кількість цінних паперів. Вона допомагає інвесторам зробити свій кращий інвестиційний вибір та є дуже цінною.

Водночас із наданням прямих послуг фондові ринки також надають непрямі послуги, що безпосередньо впливають на їх майбутній розвиток та виживання в цілому. Ці послуги можуть включати в себе встановлення правил, таким чином захищаючи різні сторони, також це встановлення надійних торгових систем і практик



оцінки компаній. Ці непрямі послуги мають вплив на вибір гравців, а також безпосередньо впливають на репутацію ринків [2].

## 1.2. Індексні фонди та їх зміст

ETF, або індексний фонд - вид інвестицій, що представляє собою акції фонду, який містить цінні папери певних компаній та орієнтується на індекс, що є еталонним. До кошиків ETF може входити безліч цінних паперів та активів, наприклад облігації, акції та золото. Інвестори можуть продавати та купувати ETF на біржі, тому що індексні фонди торгуються як акції.

Перевагою ETF є те що інвестор, фактично вкладаючи капітал в індексний фонд, отримує портфель з акцій компаній, що можуть відноситися до різних ринків або секторів економіки. Тобто ETF можуть бути вже диверсифікованими, таким чином інвестор зменшує ризики при інвестуванні в цей актив. ETF також можуть бути не диверсифікованими, але перед купівлею певного індексного фонду інвестор має можливість ознайомитися з його складом, географією, даними доходності та волатильності за певні періоди часу, що його цікавлять.

Окрім диверсифікованих, ETF можуть бути представлені в одній певній країні, або складатися з акцій компанії за однаковими видами економічної діяльності. Також ETF можуть представляти тільки розвинені ринки, або тільки ринки країн, що розвиваються. В залежності від мети, інвестор обирає саме ті індексні фонди, що можуть відповідати його умовам та очікуванням.

Маркет-мейкери частіше за все підтримують котирування ETF, але кількість і склад акцій в кошику ETF може постійно змінюватись.

Перший ETF з активами в 464 млн доларів був створений в 1993 році з метою відображення динаміки індексу S&P 500. Сукупні активи всіх ETF складають вже більше 500 млрд доларів.

У ETF є ще одна перевага - це доступ до акцій певних компаній, тобто якщо у інвестора немає доступу до акції конкретної компанії, або для купівлі передбачена

завелика сума входу, такий інвестор може придбати ETF у якості актива, до кошика якого будуть входити акції потрібних компаній.

Схема ETF досить проста для розуміння, так як для створення і запуску подібного фонду спочатку здійснюється вибір або створення необхідного індексу, який буде відображатися в структурі ETF (рис. 1.5). Потім відбувається вибір біржі для розміщення аналогічно IPO і визначається компанія, що відповідає за операційну діяльність фонду. При цьому ETF виходять на ринок відразу, а не після завершення збору необхідної кількості коштів. Афілійований інституційний інвестор має можливість внести належний йому великий пакет цінних паперів в депозитарій, при цьому отримуючи відповідну кількість паїв ETF і розпоряджатись ними на свій розсуд. Індивідуальні інвестори можуть проводити транзакції з ETF, в основному, на біржі через свого брокера. Акції більшості ETF знаходяться в обігу переважно на американській фондовій біржі AMEX, яка на сьогоднішній день залишається провідним майданчиком для торгів подібними фінансовими інструментами. Регулювання ETF в США здійснюється комісією з цінних паперів і бірж на підставі Закону про інвестиційні компанії, прийнятого в 1940 році в з'єднаних Штатах [2].

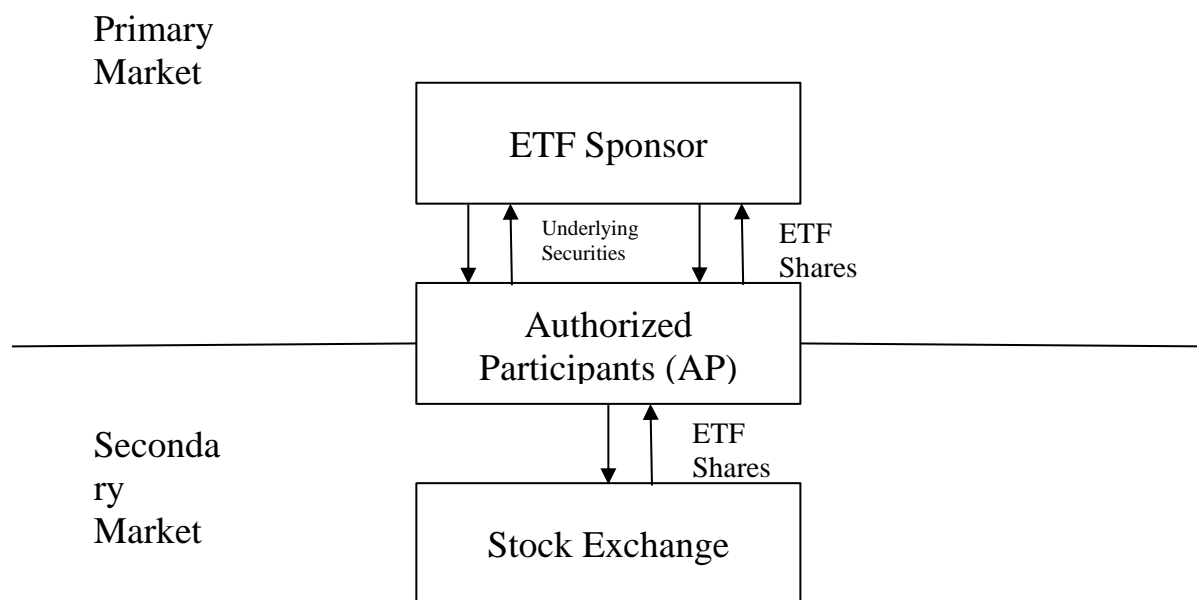


Рис. 1.5. Процес створення ETF

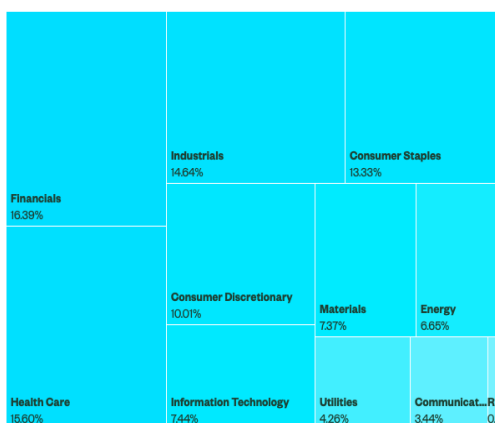
ETF торгуються так само, як і звичайні акції, купівля або продаж може здійснюватися протягом усього торгового дня, також можна заходити в короткі позиції при купівлі ETF.

### 1.3. Види індексних фондів

Розглянемо види індексних фондів.

SPDR MSCI Europe UCITS ETF. ERO - це зважений індекс, скоригований на ринкову капіталізацію у вільному обігу, призначений для вимірювання показників ринку акцій на розвинених ринках Європи.

Індекс заснований 5 грудня 2014 року. За секторами економіки ERO поділяється наступним чином: фінанси 16,39%, охорона здоров'я 15,60%, промисловість 14,64%, споживчі продукти 13,33%, споживчі товари вибіркового попиту 10,01%, інформаційні технології 7,44%, матеріали 7,37%, енергія 6,65%, комунальні послуги 4,26%, послуги зв'язку 3,44%, нерухомість 0,86% [2]. На рис. 1.6. можемо бачити розподілення за секторами.



Sector	Weight
Financials	16.39%
Health Care	15.60%
Industrials	14.64%
Consumer Staples	13.33%
Consumer Discretionary	10.01%
Information Technology	7.44%
Materials	7.37%
Energy	6.65%
Utilities	4.26%
Communication Services	3.44%
Real Estate	0.86%

Рис. 1.6. ERO за секторами економіки

За географією індекс має наступні ваги: Велика Британія 23,93%, Франція 18,21%, Швейцарія 15,91%, Німеччина 12,63%, Нідерланди 6,77%, Швеція 5,18%, Данія 4,20%, Іспанія 3,72%, Італія 3,66%, Фінляндія 1,57%, Бельгія 1,51%, Норвегія 1,15%, Ірландія 0,93%, Португалія 0,36%, Австрія 0,28%. Цей розподіл показано на рис. 1.7.
















United Kingdom	23.93%	
France	18.21%	
Switzerland	15.91%	
Germany	12.63%	
Netherlands	6.77%	
Sweden	5.18%	
Denmark	4.20%	
Spain	3.72%	
Italy	3.66%	
Finland	1.57%	
Belgium	1.51%	
Norway	1.15%	
Ireland	0.93%	
Portugal	0.36%	
Austria	0.28%	

Рис. 1.7. ERO за географією

ТОП-10 холдингів ERO складають 22,53%. До ТОП-10 входять: Nestle SA, Roche Holding AG, Shell PLC, ASML Holding NV, Novo Nordisk A/S, AstraZeneca PLC, LVMH Moet Hennessy, Louis Vuitton SE, Novartis AG, TotalEnergies SE, Unilever PLC [3].

IShares MSCI China ETF. MCHI відстежує інвестиційні результати індексу, що складається з китайських акцій, які доступні міжнародним інвесторам [4].

Індекс заснований 29 березня 2011 року. За секторами економіки MCHI складається з: споживчі товари вибіркового попиту 28,89%, комунікації 17,44%, фінанси 16,06%, охорона здоров'я 6,5%, промисловість 6,09%, інформаційні технології 5,84%, споживчі продукти 5,83%, нерухомість 3,78%, матеріали 3,73%, енергія 2,80%, комунальні послуги 2,71%, грошові кошти 0,31%. Розподіл можемо бачити на рис. 1.8.

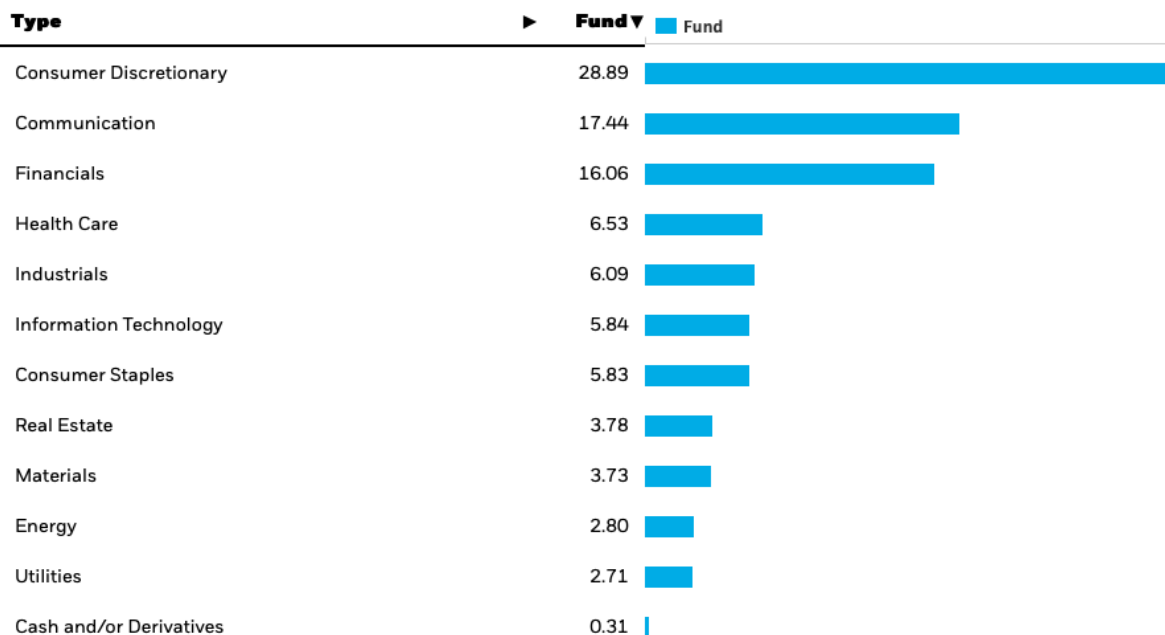


Рис. 1.8. МСНІ за секторами економіки

За географією IShares MSCI China ETF розподіляється наступним чином: Азія, що розвивається 97,61%, Розвинена Азія 1,71%, США 0,47%.

ТОП-10 холдингів МСНІ складають 37,86%. До ТОП-10 входять: Tencent Holdings Ltd 10,9%, Alibaba Group Holding Ltd 7,92%, Meituan 4,65%, China Construction Bank Corp 3,39%, JD.Com Inc 2,66%, Pinduoduo Inc 1,84%, Bank Of China Ltd 1,7%, Ping An Insurance (Group) Co. of China Ltd 1,69%, Industrial And Commercial Bank of China Ltd 1,61%, NetEase Inc 1,5% [5].

iShares MSCI Emerging Markets ETF. ХМЕМ пропонує доступ до акцій ринків, що розвиваються. Широка експозиція, що становить близько 85% світового ринку акцій, що розвивається [6].

Заснований індекс 22 липня 2007 року. ХМЕМ має такий кошик за сферами економіки: фінанси 23,64%, технології 18,56%, споживчий цикл 11,68%, основний матеріал 9,13%, комунікації 8,98%, захист споживачів 6,21%, промислові 5,92%, енергія 5,71%, охорона здоров'я 4,30%, комунальні послуги 3,21%, нерухомість 1,73% [7]. Діаграму розподілення за сферами можна побачити на рис. 1.9.



### Stocks

● <b>Financials</b>	23.64%	● <b>Industrials</b>	5.92%
● <b>Technology</b>	18.56%	● <b>Energy</b>	5.71%
● <b>Consumer Cyclical</b>	11.68%	● <b>Health Care</b>	4.30%
● <b>Basic Material</b>	9.13%	● <b>Utilities</b>	3.21%
● <b>Communication</b>	8.98%	● <b>Real Estate</b>	1.73%
● <b>Consumer Defensive</b>	6.21%		

Рис. 1.9. XMEM за секторами економіки

За географією iShares MSCI Emerging Markets ETF розподіляється так: Азія, що розвивається 49,31%, Розвинена Азія 25,13%, Латинська Америка 10,04%, Близький Схід 8,91%, Африка 3,64%, Інше 2,05% (рис. 1.10).

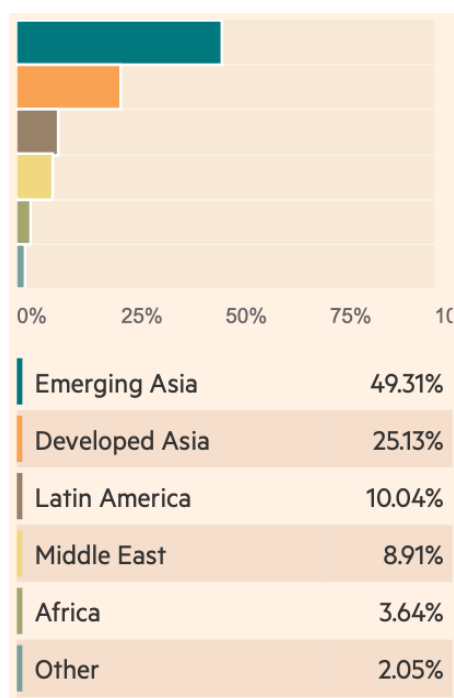


Рис. 1.10. XMEM за географією

До ТОП-10 холдингів ХМЕМ входять: Taiwan Semiconductor Manufacturing Co Ltd 5,34%, Samsung Electronics Co Ltd 3,57%, Tencent Holdings Ltd 2,93%, Alibaba Group Holding Ltd 2,13%, Reliance Industries Ltd 1,68%, Meituan 1,25%, Infosys Ltd 1,12%, ICICI Bank Ltd 1,01%, Housing Development Finance Corporation Ltd 0,92%, Vale Do Rio Doce 0,92% [8].

Vanguard Information Technology ETF. VGT - це біржовий фонд, зареєстрований у США. ETF відстежує показники MSCI US Investable Market Information Technology Index, утримуючи технологічні акції будь-якого розміру. Його інвестиції зосереджені на США, комп'ютерних компаніях, програмному забезпеченні та інтернет-компаніях [9].

Індекс засновано 26 січня 2004 року. За сферами економіки VGT поєднує у собі наступні: технології 89,60%, фінанси 7,27%, промислові 2,48%, комунікації 0,17%, споживчий циклічний 0,04%, основний матеріал 0,02%, охорона здоров'я 0,01% [10] (рис. 1.11).

Майже весь кошик VGT, а саме 98,85% - це ринок США.

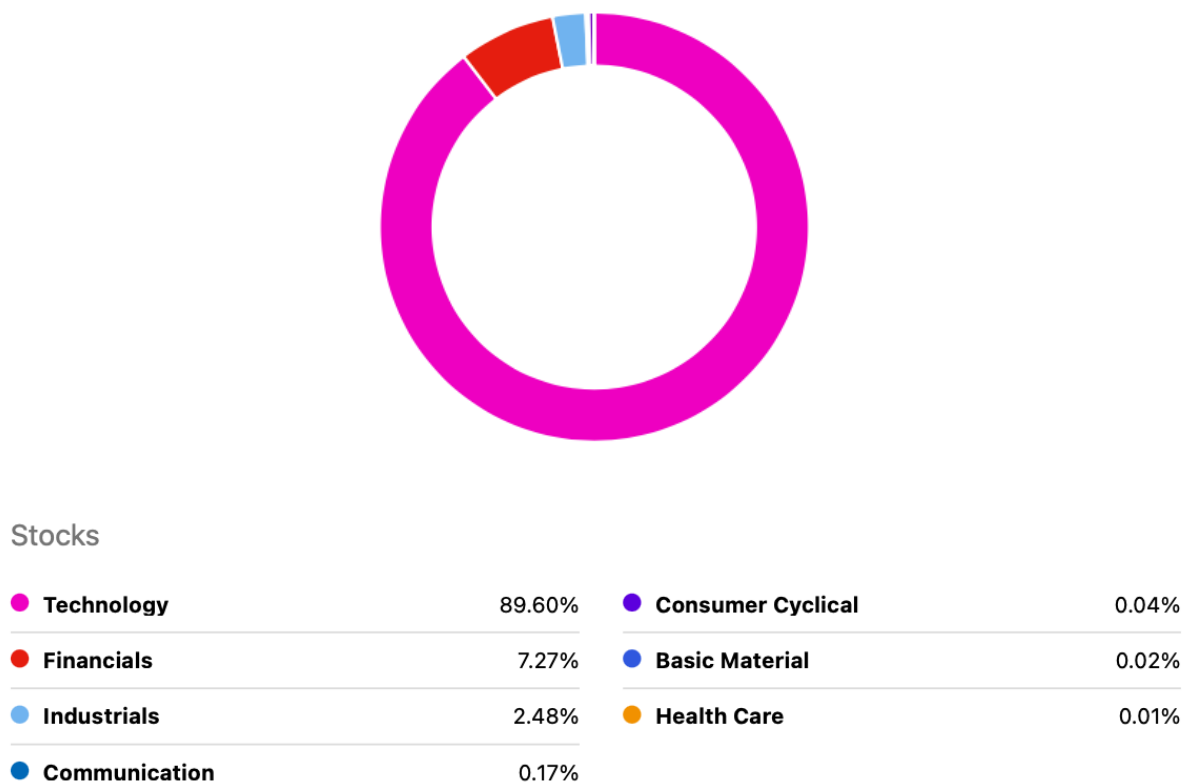


Рис. 1.11. VGT за секторами економіки

ТОП-10 із 370 холдингів VGT мають вагу 58,27% та складаються з: Apple Inc 22,61%, Microsoft Corp 16,95%, NVIDIA Corp 3,48%, Visa Inc 3,29%, Mastercard Inc 2,94%, Broadcom Inc 1,97%, Cisco Systems Inc 1,94%, Accenture PLC 1,86%, Salesforce Inc 1,67%, Adobe Inc 1,55% [11].

Vanguard Dividend Appreciation ETF. Ці інвестиції спрямовані на відстеження ефективності індексу виробників дивідендів S&P США, який вимірює прибутковість інвестицій звичайних акцій компаній, які мають статистику зростання дивідендів з часом [12].

Індекс заснований 26 квітня 2006 року та складається з таких секторів економіки: фінанси 20,29%, охорона здоров'я 16,47%, технології 15,69%, промислові 15,27%, захист споживачів 14,12%, споживчий цикл 8,62%, основний матеріал 4,27%, комунальні послуги 3,18%, спілкування 1,65%, енергія 0,17% [13] (рис. 1.12).

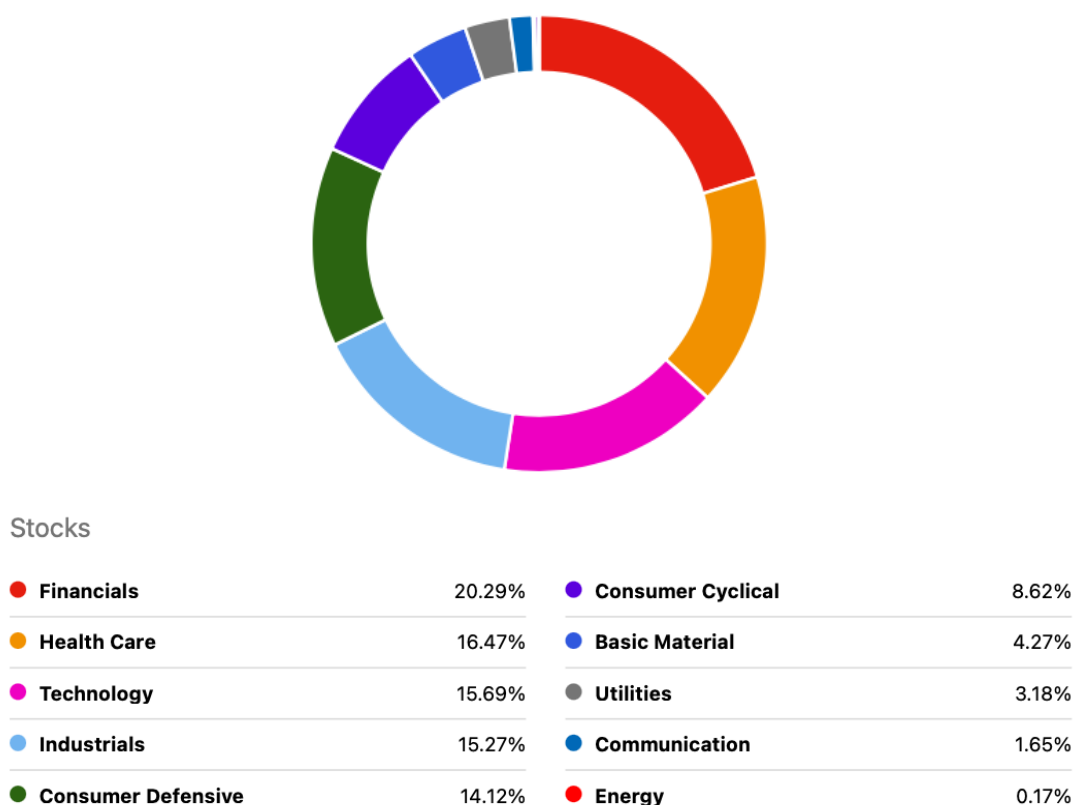


Рис. 1.12. VIG за секторами економіки

VIG складається на 97,72% з компаній США та має такий ТОП-10 холдингів: UnitedHealth Group Inc 4,40%, Johnson & Johnson 4,00%, Microsoft Corp 3,73%,



JPMorgan Chase & Co 2,86%, Procter & Gamble 2,84%, Home Depot Inc 2,67%, Visa Inc 2,62%, Mastercard Inc 2,27%, PepsiCo Inc 2,10%, Coca-Cola Co 2,03% [14].

Vanguard Real Estate ETF. VNQ - це інвестиції в акції, випущені інвестиційними фондами нерухомості, компаніями, які купують офісні будівлі, готелі та іншу нерухомість [15].

Індекс засновано 23 вересня 2004 року. 98,63% акцій фонду складається з нерухомості та 99,19% географії VNQ - США.

На рис. 1.13 представлено ТОП-10 холдингів Vanguard Real Estate ETF, серед яких: Vanguard Real Estate II Index 11,84%, American Tower Corp 7,18%, Prologis Inc 5,51%, Crown Castle Inc 4,59%, Equinix Inc 3,79%, Public Storage 3,39%, Realty Income Corp 2,57%, SBA Communications Corp 2,25%, Simon Property Group Inc 2,10%, Welltower Inc 2,06% [16].

NAME	POSITION	VALUE	% OF FUND
Vanguard Real Estate II Index VRTPX:US	201.9979M	3.9026B	11.84%
American Tower Corp AMT:US	11.0216M	2.3663B	7.18%
Prologis Inc PLD:US	17.8858M	1.8172B	5.51%
Crown Castle Inc CCI:US	10.4600M	1.5120B	4.59%
Equinix Inc EQIX:US	2.1987M	1.2507B	3.79%
Public Storage PSA:US	3.8159M	1.1173B	3.39%
Realty Income Corp O:US	14.5317M	845.7464M	2.57%
SBA Communications Corp SBAC:US	2.6046M	741.4066M	2.25%
Simon Property Group Inc SPG:US	7.7261M	693.4166M	2.10%
Welltower Inc WELL:US	10.5676M	679.7104M	2.06%

Рис. 1.13. ТОП-10 холдингів VNQ

Invesco DB USD Bullish ETF. Фонд інвестує на валютних ринках. Він використовує похідні інструменти та займає довгі позиції у ф'ючерсних контрактах на індекс долара США ICE, щоб відстежувати вартість долара США відносно євро,

японської єни, британського фунта, канадського долара, шведської крони та швейцарського франка [17].

UUP складається з деривативів та грошових коштів майже навпіл.

iShares Morningstar Mid-Cap Growth ETF. IMCG відстежує інвестиційні результати індексу зі зростаючих американських акцій середньої капіталізації.

Індекс засновано 28 червня 2004 року та складається він із наступних секторів: інформаційні технології 22,04%, промислові 19,02%, охорона здоров'я 14,63%, споживчі товари вибіркового попиту 12%, фінанси 8,66%, нерухомість 7,61%, матеріали 4,44%, енергія 4,22%, комунікації 3,39%, споживчі продукти 2,55%, комунальні послуги 1,27%, грошові кошти та/або деривативи 0,19% [18] (рис. 1.14).

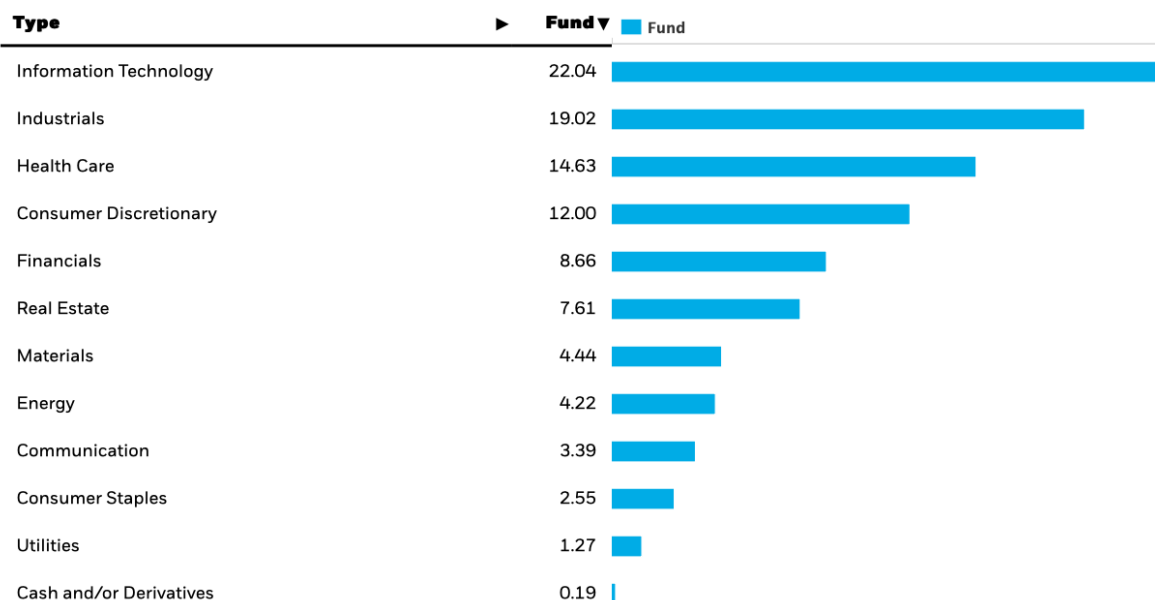


Рис. 1.14. IMCG за секторами економіки

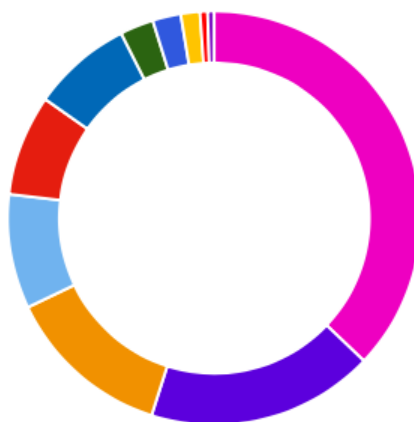
ТОП-10 холдингів IMCG складають 9,87% та представлені на рис. 1.15, серед них: Cheniere Energy Inc 1,19%, Enphase Energy Inc 1,13%, Agilent Technologies Inc 1,12%, MSCI Inc 1,02%, Microchip Technology Inc 0,92%, Yum Brands Inc 0,91%, Ross Stores Inc 0,91%, Albemarle Corp 0,89%, ResMed Inc 0,89%, CoStar Group Inc 0,89%. Також 99% географії індексу - США.

<b>Cheniere Energy Inc</b>	1.19%
<b>Enphase Energy Inc</b>	1.13%
<b>Agilent Technologies Inc</b>	1.12%
<b>MSCI Inc</b>	1.02%
<b>Microchip Technology Inc</b>	0.92%
<b>Yum Brands Inc</b>	0.91%
<b>Ross Stores Inc</b>	0.91%
<b>Albemarle Corp</b>	0.89%
<b>ResMed Inc</b>	0.89%
<b>CoStar Group Inc</b>	0.89%
<b>Total</b>	9.87%

Рис. 1.15. ТОП-10 холдингів ІМCG

Nuveen ESG Large-Cap Growth ETF. Фонд інвестує в публічні ринки акцій Сполучених Штатів різних економічних секторів. Фонд інвестує в акції компаній з великою капіталізацією, що безпосередньо сприяють екологічній відповідальності у своїй діяльності.

Фонд заснований 13 грудня 2016 року. За секторами економіки маємо наступний розподіл: технології 37,51%, споживчий цикл 18,00%, охорона здоров'я 13,13%, промисловість 9,02%, фінанси 7,99%, комунікації 7,89%, захист споживачів 2,65%, основний матеріал 2,25%, нерухомість 1,51%, енергія 0,59% [19] (рис. 1.16). Майже 100% акцій складається з компаній США.



## Stocks

● Technology	37.51%	● Communication	7.89%
● Consumer Cyclical	18.00%	● Consumer Defensive	2.65%
● Health Care	13.13%	● Basic Material	2.25%
● Industrials	9.02%	● Real Estate	1.51%
● Financials	7.99%	● Energy	0.59%

Рис. 1.16. NULG за економічними секторами

37,17% складають ТОП-10 холдингів, якими є: Microsoft Corp 11,40%, NVIDIA Corp 3,67%, Tesla Inc 3,63%, Visa Inc 3,38%, Home Depot Inc 3,30%, Costco Wholesale Corp 2,68%, Deere & Co 2,28%, Walt Disney Co 2,18%, NIKE Inc 2,05%, Adobe Inc 2,00% (рис. 1.17) [20].

NAME	POSITION	VALUE	% OF FUND
<u>Microsoft Corp</u> MSFT:US	390.6740K	96.7231M	11.40%
NVIDIA Corp NVDA:US	188.6500K	31.1631M	3.67%
Tesla Inc TSLA:US	168.0060K	30.7787M	3.63%
Visa Inc V:US	135.3080K	28.6488M	3.38%
Home Depot Inc/The HD:US	87.1690K	28.0257M	3.30%
Costco Wholesale Corp COST:US	42.5090K	22.7206M	2.68%
Deere & Co DE:US	44.2020K	19.3393M	2.28%
Walt Disney Co/The DIS:US	187.3530K	18.5255M	2.18%
NIKE Inc NKE:US	163.4930K	17.4365M	2.05%
Adobe Inc ADBE:US	50.5780K	16.9831M	2.00%

Рис. 1.17. ТОП-10 холдингів NULG

Energy Select Sector SPDR Fund. Фонд інвестує в акції компаній США диверсифікованою ринковою капіталізацією та різних енергетичних секторів. Існує з 16 грудня 1998 року [21]. Майже 100% акцій XLE - це енергетика США.

ТОП-10 холдингів складають 74,68%, до них входять: Exxon Mobil Corp 22,90%, Chevron Corp 19,49%, SLB 5,01%, ConocoPhillips 4,39%, EOG Resources Inc 4,32%, Pioneer Natural Resources Co 4,17%, Marathon Petroleum Corp 3,86%, Occidental Petroleum Corp 3,68%, Devon Energy Corp 3,45%, Phillips 66 3,42% (рис 1.18).

<b>Exxon Mobil Corp</b>	22.90%
<b>Chevron Corp</b>	19.49%
<b>SLB</b>	5.01%
<b>ConocoPhillips</b>	4.39%
<b>EOG Resources Inc</b>	4.32%
<b>Pioneer Natural Resources Co</b>	4.17%
<b>Marathon Petroleum Corp</b>	3.86%
<b>Occidental Petroleum Corp</b>	3.68%
<b>Devon Energy Corp</b>	3.45%
<b>Phillips 66</b>	3.42%

Рис. 1.18. ТОП-10 холдингів XLE

ProShares Ultra Bloomberg Natural Gas. Індексний фонд зареєстрований у США, зазвичай інвестує у ф'ючерсні контракти на природний газ [22].

Індекс зареєстрований в 2011 році та на 100% складається з сектора енергетики. Фонд не виплачує дивіденди інвесторам.

#### 1.4. Концептуальна схема дослідження

Для отримання оптимальної інвестиційної стратегії необхідно провести три етапи дослідження: побудувати економетричні моделі динаміки, розробити моделі прогнозування дохідності індексних фондів та побудувати моделі аналізу інвестицій в індексні фонди.

Концептуальна схема дослідження представлена на рис. 1.19.

Результатом реалізації даної схеми є комплекс моделей, до яких входять: економетричні моделі динаміки (M1), моделі групування індексних фондів за рівнем дохідності, волатильності та коефіцієнтом Шарпа (M2) та моделі формування оптимального інвестиційного портфелю (M3).

Для розробки економетричних моделей динаміки (M1) використовується метод експоненційного згладжування, який дозволяє забезпечити високу якість короткострокових прогнозів.

Етапи дослідження	Методи	Моделі
<p>Етап 1. Розробка моделей прогнозування дохідності індексних фондів</p> <p>1.1. Аналіз динаміки індексних фондів 1.2. Прогнозування дохідності індексних фондів</p>	<p>Адаптивні методи прогнозування</p>	<p>Економетричні моделі динаміки (M1)</p>
<p>Етап 2. Розробка моделей аналізу характеристик індексних фондів</p> <p>2.1. Аналіз та групування індексних фондів за рівнем дохідності, волатильності та коефіцієнтом Шарпа 2.2. Оцінка найбільш інвестиційно привабливих індексних фондів</p>	<p>Методи кластерного аналізу</p>	<p>Групування індексних фондів за рівнем дохідності, волатильності та коефіцієнтом Шарпа (M2)</p>
<p>Етап 3. Формування оптимальної інвестиційної стратегії</p> <p>3.1. Побудова портфелю з мінімальним ризиком та заданою ефективністю 3.1. Побудова портфелю з максимальною дохідністю та заданим ризиком 3.2. Побудова ризиково-ефективного портфелю</p>	<p>Методи побудови оптимального інвестиційного портфелю за моделлю Марковіца</p>	<p>Моделі формування оптимального інвестиційного портфелю (M3)</p>

Рис. 1.19. Концептуальна схема дослідження

Сутність групування індексних фондів за рівнем дохідності, волатильності та коефіцієнтом Шарпа (M2) полягає у використанні методу k-середніх. Метод k-середніх зручний для обробки великих статистичних сукупностей, він дозволяє поділити спостереження на кластери, побачити склад та характеристики отриманих кластерів [24].

Моделі формування оптимального інвестиційного портфелю (M3) полягають у побудові моделі з мінімальним ризиком при заданій ефективності, з максимальною дохідністю при заданому ризику та ризиково-ефективної моделі. Ці методи дозволяють визначити оптимальний інвестиційний портфель при співвідношенні рівня ризику до рівня дохідності обраних інвестиційних інструментів.

Представлена концептуальна схема допоможе проаналізувати обрані ETF, обрати найбільш інвестиційно привабливі з них та спрогнозувати їх дохідність.

## РОЗДІЛ 2. МОДЕЛІ ДИНАМІКИ ФОНДОВИХ РИНКІВ

### 2.1. Особливості побудови економетричних моделей динаміки

Інвестування у ETF є дуже раціональним способом примноження коштів. Але, як і в кожному виді інвестування, можуть виникати ризики, тому треба проводити детальний аналіз та прогнозувати дохідність певних індексів, тим самим оптимізуючи свій інвестиційний портфель.

Для побудови моделей прогнозування використовуються адаптивні методи: експоненційне згладжування, модель з урахуванням лінійного, експоненціального або затухаючого тренду.

Експоненціальне згладжування. Якщо говорити про експоненціальне згладжування, передбачається, що в такому методі тренд відсутній. Саме тому модель ряду має наступний вигляд:

$$\hat{y}_t = b_0 + \varepsilon_t$$

Згладжене значення в будь-якій точці ряду є певною функцією всіх значень, попередньо спостережуваних. При експоненціальному згладжуванні враховуються всі минулі спостереження з різною вагою. Попереднє значення рівня ряду враховується з максимальною вагою. Значення перед ним - з трохи меншим. Вплив на результат найстарішого спостереження є мінімально статистичним.

Існують три величини, на яких заснований алгоритм розрахунку експоненціально згладжених значень в будь-якій точці ряду  $t$ : спостережуване значення  $y_t$  у даній точці ряду, розраховане згладжене значенні для попередньої точки ряду  $S_{t-1}$  і деякому заздалегідь заданому коефіцієнті згладжування  $\alpha$ , постійному за всім рядом.

Якщо  $S_{t-1}$  - прогнозне значення рівня ряду на момент часу  $t$ , то величина  $S_t$  буде визначатися прогнозованою величиною і помилкою прогнозу  $y_t - S_{t-1}$ . Отже,



$$S_t = S_{t-1} + \alpha(y_t - S_{t-1}) = \alpha y_t + (1 - \alpha)S_{t-1}.$$

Можна говорити про те, що  $S_t$  - прогноз в момент  $t$ . Він дорівнює прогнозу в момент  $t - 1$  із додаванням певної поправки, що залежить від помилки прогнозу на момент  $t$ .

Часто експоненціальне згладжування використовується для моделей соціально-економічних процесів, щоб побудувати прогноз, особливо при короткостроковому прогнозуванні. Із позитивних рис експоненціального згладжування можна виділити наступні:

дисперсія експоненціальної середньої залежить від обраного параметра згладжування (за допомогою зміни якого можна управляти мінливістю експоненціальної середньої);

значення експоненціальної середньої будуть близькі до значень рівнів, і добре реагують на зміни в рівнях при збільшенні параметра адаптації.

Для визначення параметру згладжування використовується пошук на сітці. Можливі значення параметра розбиваються сіткою з певним кроком. Наприклад, ми розглядаємо сітку значень від  $\alpha = 0,1$  до  $\alpha = 0,9$  з кроком  $0,1$ . Наступним кроком обирається  $\alpha$ , для якого сума квадратів (або середніх квадратів) залишків, що дорівнюють різниці між спостережуваними значеннями і прогнозами на крок вперед, є мінімальною.

Ряд також може мати тенденцію та в таких рядах можуть бути ділянки з явним зростанням і убуттям, де треба враховувати ефект зсуву. В адитивній моделі

$$y_t = b_0(t) + b_1(t) \cdot t + \varepsilon_t$$

параметри  $b_0(t)$  і  $b_1(t)$  несуть різне смислове навантаження. Так, параметр  $b_0(t)$

характеризує зміну середнього рівня процесу, а  $b_1(t)$  - визначає мінливість (зростання) процесу за одиницю часу. Ч. Холт першим використовував два параметри згладжування для побудови прогнозів за допомогою лінійної моделі:

$$y_{t+j} = b_0(t) + b_1(t)j + \varepsilon_{t+j}.$$

У моделі Холта параметри  $b_0(t)$  і  $b_1(t)$  оцінюються за допомогою двох ковзних середніх, таких, що мають різні незалежні параметри згладжування. Коефіцієнт  $b_1(t)$  оцінюється як експоненціальна середня приростів параметра  $b_0(t)$ . Введемо позначення для приросту параметра  $b_0(t)$  у момент  $t$ :

$$p(t) = b_0(t) - b_0(t-1).$$

Тоді:

$$b_1(t) = \alpha_1 p(t) - (1 - \alpha_1) b_1(t-1),$$

де

$$0 \leq \alpha_1 \leq 1$$

перший параметр згладжування.

Коефіцієнт  $b_0(t)$  - це експоненціальна середня рівнів ряду, що обчислена з урахуванням поправки на попередній приріст  $b_1(t-1)$ :

$$b_0(t) = \alpha_0 y_t + (1 - \alpha_0) b_0(t-1) + (1 - \alpha_0) b_1(t-1),$$

де

$$0 \leq \alpha_0 \leq 1$$

другий параметр згладжування, не залежний від  $\alpha_1$ .

Практично всі автори, що займаються прогнозуванням з використанням експоненціальної середньої, рекомендують

$$0,1 \leq \alpha_0 \leq 0,3$$

$$0,01 \leq \alpha_1 \leq 0,250.$$

Значення  $b_0(0)$  слід вибрати як середнє декількох початкових значень рівнів ряду, а значення  $b_1(0)$  як середнє декількох початкових значень перших різниць рівнів [23].

## 2.2. Розробка моделей прогнозування дохідності індексних фондів

Розглянемо дані вартості за період січень 2021 р. - листопад 2022 р. наступних ETF: ERO, MCHI, XMEM, VGT, VIG, UPP, IMCG, NULG, XLE, BOIL, що представлені в Додатку А.

Використовуємо модуль Часові ряди і Прогнозування в ППП Statistica для аналізу часового ряду (рис. 2.1).

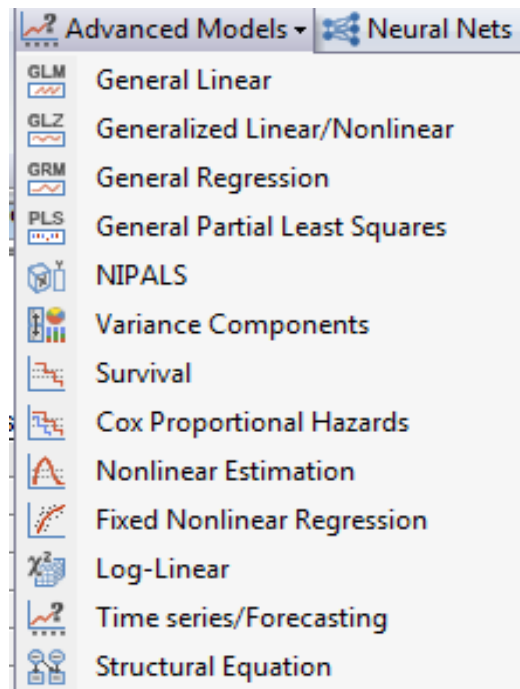


Рис. 2.1. Часові ряди і Прогнозування

На рис. 2.2 можемо побачити стартову панель данного модуля.

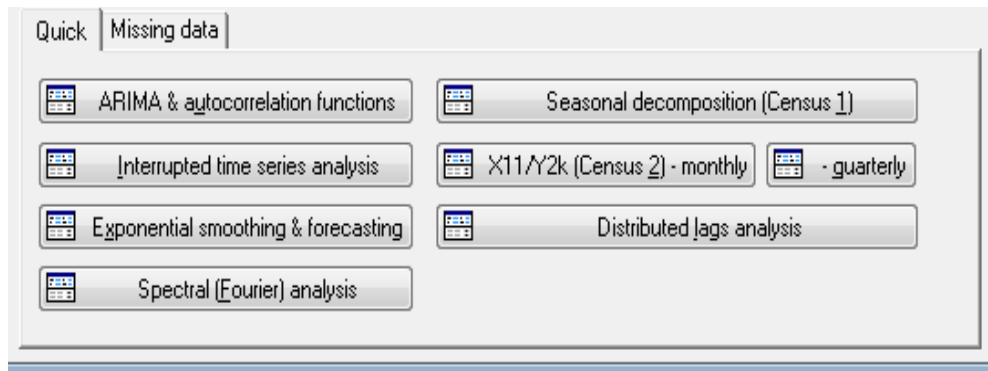


Рис. 2.2. Стартова панель

Побудуємо графік вихідних даних для більш детальної візуалізації (рис. 2.3). Можемо побачити, що найбільш волатильним, але у той же час найбільш дохідним за заданий період часу є BOIL, а найбільш стабільними є VIG та UUP.

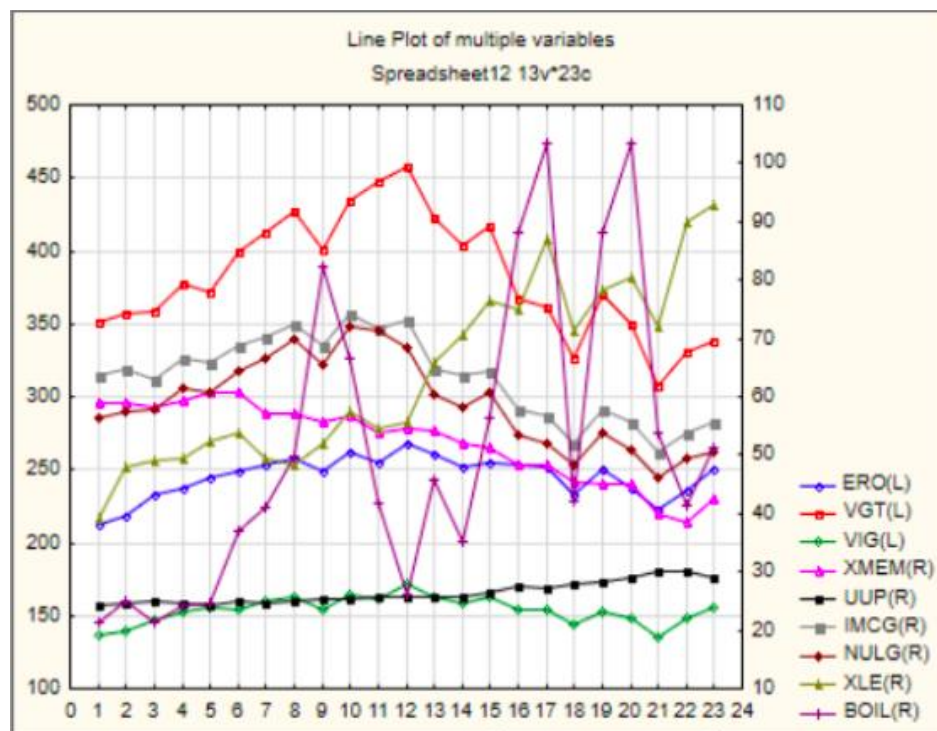


Рис. 2.3. Графік заданих ETF

Далі побудуємо матрицю кореляції ETF (рис.2.4).

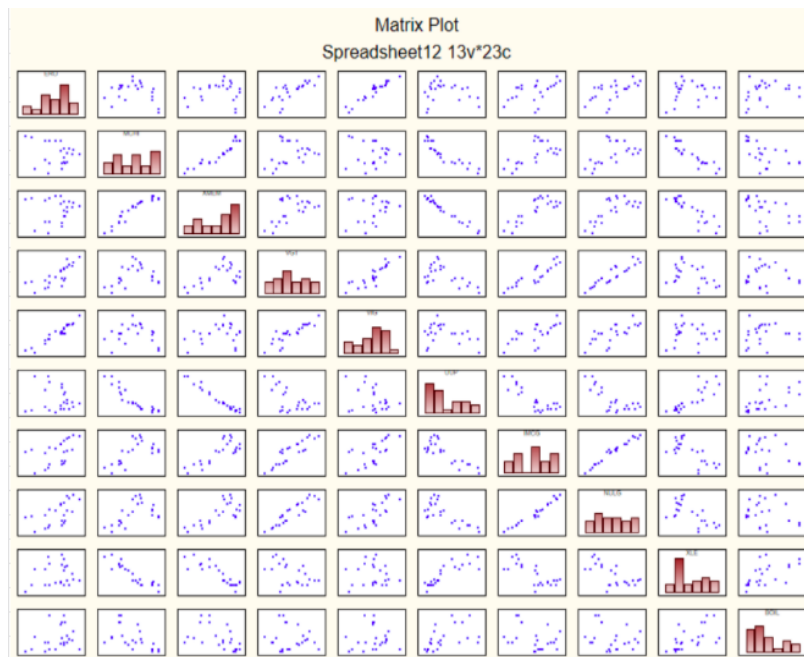
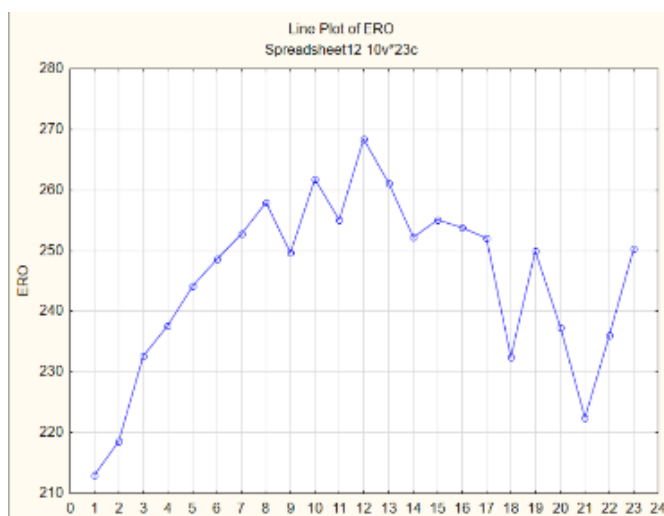


Рис. 2.4. Матриця кореляції ETF

Як видно з рис. 2.4, певні індексні фонди мають високу кореляцію в дохідності. Наприклад, ERO, XMEM, UUP.

Для аналізу будемо використовувати процедуру експоненційного згладжування. Було побудовано моделі без тренда, з лінійним трендом, експоненційним та згасаючим трендом, після чого визначено модель із найбільш високою точністю прогнозу за допомогою середньої абсолютної відсоткової помилки (m.a.p.e.).

Проаналізуємо кожний ETF та зробимо висновки. На рис. 2.5. представлений графік ERO ETF.



2.5. Графік ERO ETF

Після побудови моделей без тренду та з різними видами тренду отримуємо найбільш точну якість прогнозу у моделі зі згасаючим трендом, що представлена на рис. 2.6.

Parameter grid search (Smallest abs. errors are highlighted) (Spreadsheet12)									
Model: Damped trend, no season ; S0=212,1 T0=1,888									
ERO									
Model Number	Alpha	Gamma	Phi	Mean Error	Mean Abs Error	Sums of Squares	Mean Squares	Mean % Error	Mean Abs % Error
305	0,400000	0,700000	0,800000	0,965478	7,353049	2093,449	91,01950	0,363671	3,028123
296	0,400000	0,600000	0,800000	0,953908	7,528228	2097,910	91,21349	0,358953	3,099853
322	0,400000	0,900000	0,700000	1,225440	7,474056	2098,931	91,25788	0,462299	3,076941
314	0,400000	0,800000	0,800000	0,978982	7,258187	2099,120	91,26607	0,368588	2,988348
313	0,400000	0,800000	0,700000	1,241400	7,583063	2099,682	91,29051	0,468618	3,121729
242	0,300000	0,900000	0,800000	0,921723	7,425262	2108,106	91,65679	0,351219	3,059956
304	0,400000	0,700000	0,700000	1,264059	7,709507	2108,934	91,69276	0,477200	3,173569
359	0,500000	0,400000	0,800000	0,990828	7,672414	2109,038	91,69730	0,368846	3,157089
368	0,500000	0,500000	0,800000	0,989057	7,486263	2112,127	91,83160	0,368921	3,080907
323	0,400000	0,900000	0,800000	0,992355	7,224102	2112,470	91,84653	0,373085	2,972869

Рис. 2.6. Пошук по сітці для моделі згасаючого тренда (ERO ETF)

Мінімальне т.а.р.е. дорівнює 2,97%, що є меншим, ніж в усіх інших моделях. Далі вводимо параметр Альфа (0,4), Гамма (0,9), Фі (0,8) на вхід моделі зі згасаючим трендом (рис. 2.7).

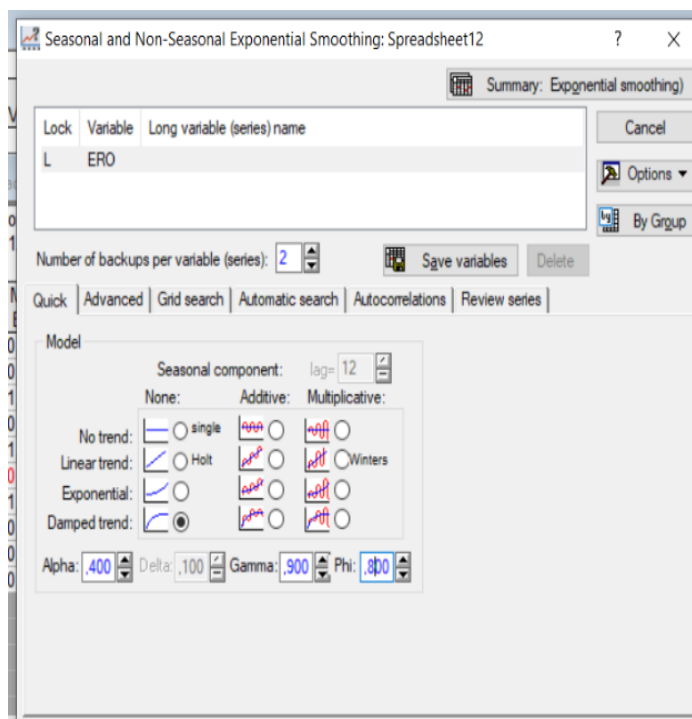


Рис. 2.7. Налаштування параметрів Альфа, Гамма і Фі

Отримуємо графік з вихідними, згладженими даними (Smoothed series) та залишками (Resids) моделі (рис. 2.8), а також таблицю з критеріями якості моделі (рис.2.9).

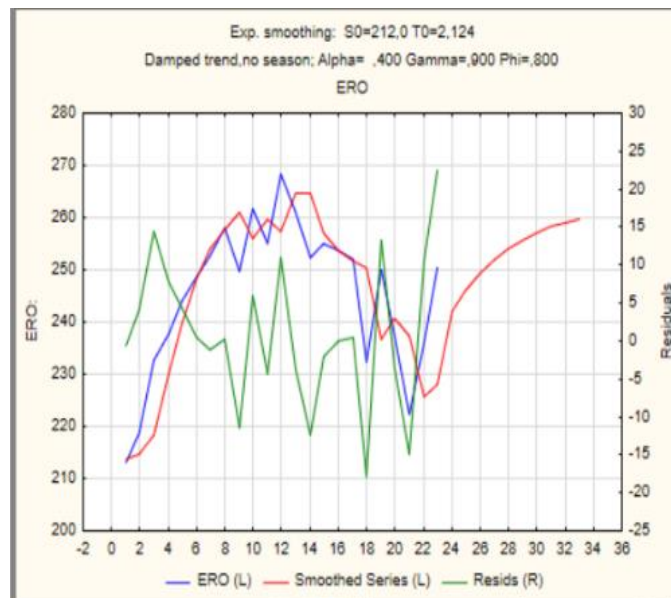


Рис. 2.8. Графік для моделі зі згасаючим трендом

Summary of error		Error			
Exp. smoothing: S0=212,0 T0=2,124 (Spreadsheet12) Damped trend, no season; Alpha=,400 Gamma=,900 Phi=,800 ERO					
Mean error		0,99235534888			
Mean absolute error		7,22410204080			
Sums of squares		2112,47013622081			
Mean square		91,84652766177			
Mean percentage error		0,37308511117			
Mean abs. perc. error		2,97286878344			

Рис. 2.9. Критерії якості моделі

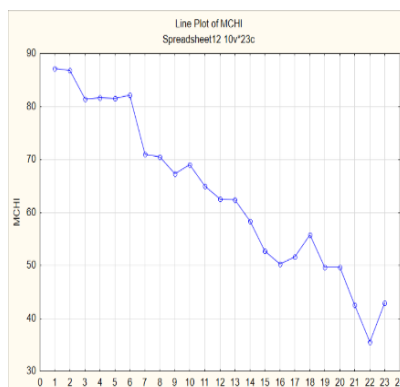
Можемо зробити висновок про те, що модель має високу точність прогнозу та її можна використовувати. Прогнозні значення можемо побачити на рис. 2.10.

Exp. smoothing: S0=212,0 T0=2,124 (Spreadsheet12) Damped trend, no season; Alpha=,400 Gamma=,900 Phi=,800 ERO			
Case	ERO	Smoothed Series	Resids
22	236,0800	225,5103	10,5697
23	250,4200	228,0538	22,3662
24		242,0942	
25		246,1694	
26		249,4295	
27		252,0376	
28		254,1241	
29		255,7933	
30		257,1286	
31		258,1969	
32		259,0515	
33		259,7352	

Рис. 2.10. Прогнозні значення для ERO

Таким чином, прогнозні значення для ERO ETF складуть: грудень 2022 р. - 241,09\$, січень 2023 р. - 246,17\$, лютий 2023 р. -249,43\$, березень 2023 р. - 252,04\$, квітень 2023 р. -254,12\$, травень 2023 р- 255,79\$, червень 2023 р. - 257,13\$, липень 2023 р. - 258,2\$, серпень 2023 р. -259,05\$, вересень 2023 р. - 259,74\$. Тобто приріст з листопада 2022 року складе 9,74\$, тобто 3,9%.

Наступним кроком аналізуємо МСНІ ETF. На рис. 2.11. представлений графік МСНІ ETF.



2.11. Графік МСНІ ETF

За аналогією з першим ETF, після побудови моделей без тренду та з різними видами тренду отримуємо найбільш точну якість прогнозу у моделі з лінійним трендом, що представлена на рис. 2. 12.

Parameter grid search (Smallest abs. errors are highlighted) (Spreadsheet12)								
Model: Linear trend, no season ; S0=88,23 T0=-2,02								
MCHI								
Model Number	Alpha	Gamma	Mean Error	Mean Abs Error	Sums of Squares	Mean Squares	Mean % Error	Mean Abs % Error
1	0,100000	0,100000	-0,536852	2,776741	254,3359	11,05808	-1,40532	4,956822
2	0,100000	0,200000	-0,443093	2,823859	260,4546	11,32411	-1,13982	5,018807
10	0,200000	0,100000	-0,273256	2,832695	265,5317	11,54486	-0,82272	5,056239
3	0,100000	0,300000	-0,306826	2,854438	269,1342	11,70149	-0,80432	5,050716
11	0,200000	0,200000	-0,123759	2,906049	279,0809	12,13395	-0,48407	5,181810
4	0,100000	0,400000	-0,161408	2,902766	280,2187	12,18342	-0,46981	5,117421
19	0,300000	0,100000	-0,160797	2,893698	281,1023	12,22184	-0,61413	5,196813
5	0,100000	0,500000	-0,028019	2,959270	292,3162	12,70940	-0,17974	5,208755
12	0,200000	0,300000	-0,010427	2,949994	293,6434	12,76710	-0,25958	5,267395
28	0,400000	0,100000	-0,112848	2,919681	297,5125	12,93533	-0,53457	5,269201

Рис. 2.12. Пошук по сітці для моделі лінійного тренда (МСНІ ETF)

Мінімальне m.a.r.e. дорівнює 4,96%, що є меншим, ніж в усіх інших моделях. Далі вводимо параметр Альфа (0,1) та Гамма (0,1) на вхід моделі з лінійним трендом та отримуємо графік (рис. 2. 13), а також таблицю з критеріями якості моделі (рис.2. 14).



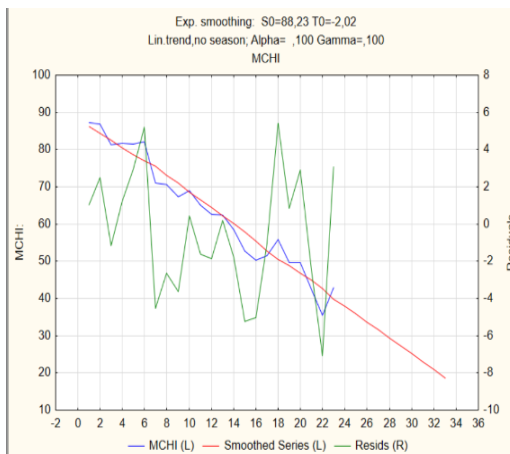


Рис. 2.13. Графік для моделі з лінійним трендом

Summary of error		Error
Mean error	-0,536851667505	
Mean absolute error	2,776741204975	
Sums of squares	254,335859797863	
Mean square	11,058080860777	
Mean percentage error	-1,405315714982	
Mean abs. perc. error	4,956822046545	

Рис. 2.14. Критерії якості моделі

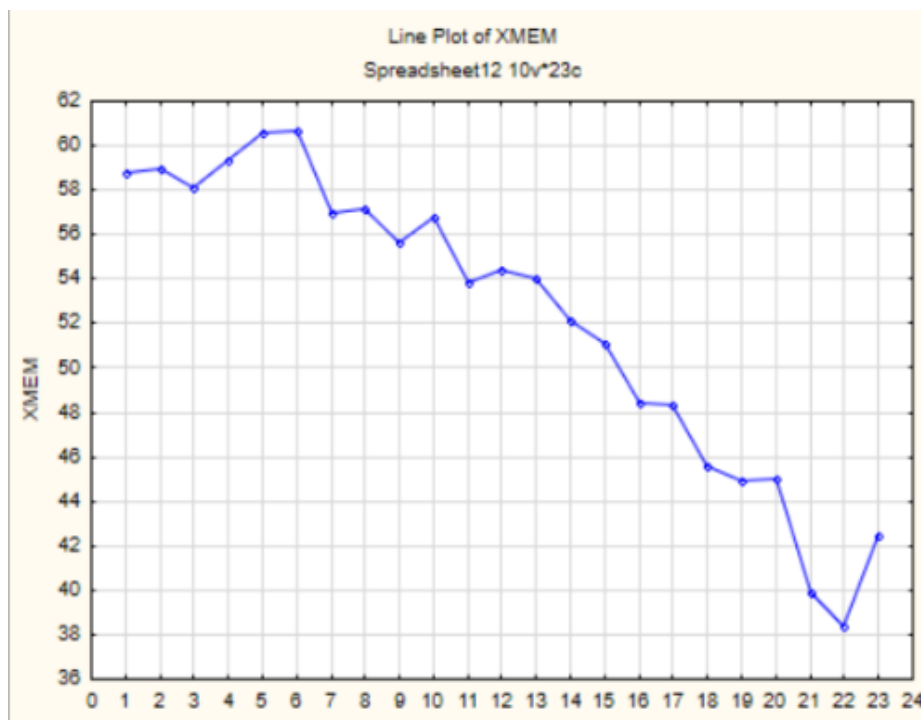
Можемо зробити висновок про те, що модель має достатньо високу точність прогнозу та її можна використовувати. Прогнозні значення можемо побачити на рис. 2.15.

Case	MCHI	Smoothed Series	Resids
10	69,00000	68,56957	0,43043
11	64,99000	66,60953	-1,61953
12	62,56000	64,42830	-1,86830
13	62,39000	62,20350	0,18650
14	58,41000	60,18606	-1,77606
15	52,71000	57,95459	-5,24459
16	50,29000	55,32383	-5,03383
17	51,61000	52,66381	-1,05381
18	55,81000	50,39125	5,41875
19	49,69000	48,82013	0,86987
20	49,69000	46,80282	2,88718
21	42,56000	45,01612	-2,45612
22	35,58000	42,67052	-7,09052
23	42,85000	39,79058	3,05942
24		37,95623	
25		35,81594	
26		33,67564	
27		31,53535	
28		29,39505	
29		27,25476	
30		25,11447	
31		22,97417	
32		20,83388	
33		18,69358	

Рис. 2.15. Прогнозні значення для МСНІ

Таким чином, прогнозні значення для ERO ETF складуть: грудень 2022 р. - 37,96\$, січень 2023 р. - 35,82\$, лютий 2023 р. - 33,68\$, березень 2023 р. - 31,54\$, квітень 2023 р. - 29,4\$, травень 2023 р. - 27,25\$, червень 2023 р. - 25,11\$, липень 2023 р. - 22,97\$, серпень 2023 р. - 20,83\$, вересень 2023 р. - 18,69\$. Тобто у інвестора не тільки не буде повернення інвестицій, а ще й просадка порівняно з листопадом 2022.

Наступний ETF для аналізу - XMEM. На рис. 2.16. представлений графік XMEM ETF.



2. 16. Графік XMEM ETF

За аналогією з попередніми ETF, після побудови моделей без тренду та з різними видами тренду отримуємо найбільш точну якість прогнозу у моделі з лінійним трендом, що представлена на рис. 2. 17.

Parameter grid search (Smallest abs. errors are highlighted) (Spreadsheet12)								
Model: Linear trend, no season ; S0=59,13 T0=-,743								
XMEM								
Model Number	Alpha	Gamma	Mean Error	Mean Abs Error	Sums of Squares	Mean Squares	Mean % Error	Mean Abs % Error
46	0,600000	0,100000	-0,187583	1,490911	80,25138	3,489191	-0,520393	3,030733
55	0,700000	0,100000	-0,131536	1,442164	80,85412	3,515396	-0,380018	2,935162
38	0,500000	0,200000	-0,186074	1,503743	81,17849	3,529500	-0,476336	3,037403
47	0,600000	0,200000	-0,117022	1,456082	81,76827	3,555142	-0,312889	2,947129
37	0,500000	0,100000	-0,259329	1,547340	82,04023	3,566966	-0,702395	3,144588
39	0,500000	0,300000	-0,103482	1,473602	82,15428	3,571925	-0,266755	2,967102
30	0,400000	0,300000	-0,185223	1,510770	82,30262	3,578375	-0,453577	3,033797
31	0,400000	0,400000	-0,110468	1,485343	82,72656	3,596807	-0,273883	2,974509
64	0,800000	0,100000	-0,086361	1,421308	82,80077	3,600034	-0,267423	2,894701
56	0,700000	0,200000	-0,065009	1,442392	84,10180	3,656600	-0,189906	2,930421

Рис. 2. 17. Пошук по сітці для моделі лінійного тренда (XMEM ETF)

Мінімальне т.а.р.е. дорівнює 2,89%, що є меншим, ніж в усіх інших моделях. Далі вводимо параметр Альфа (0,8) та Гамма (0,1) на вхід моделі з лінійним трендом та отримуємо графік (рис. 2.18), а також таблицю з критеріями якості моделі (рис.2.19).

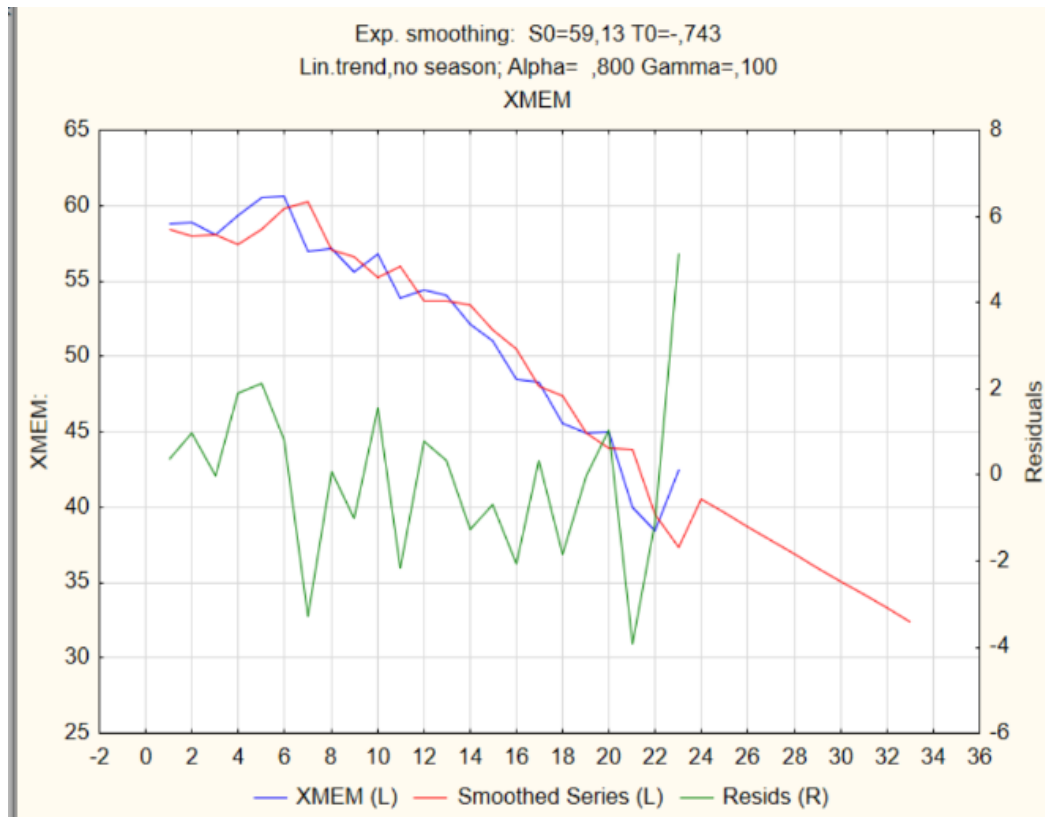


Рис. 2.18. Графік для моделі з лінійним трендом

Exp. smoothing: S0=59,13 T0=-,743 (Spreadsheet12)	
Lin.trend,no season; Alpha= ,800 Gamma=,100	
XMEM	
Summary of error	Error
Mean error	-0,0863612642400
Mean absolute error	1,4213079962048
Sums of squares	82,8007742921688
Mean square	3,6000336648769
Mean percentage error	-0,2674229802307
Mean abs. perc. error	2,8947008080134

Рис. 2.19. Критерії якості моделі

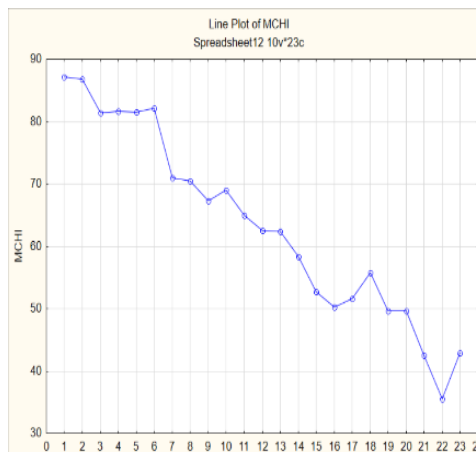
Можемо зробити висновок про те, що модель має високу точність прогнозу та її можна використовувати. Прогнозні значення можемо побачити на рис. 2.20.

Exp. smoothing: S0=59,13 T0=-,743 (Spreadsheet12) Lin.trend,no season; Alpha= ,800 Gamma=,100 XMEM			
Case	XMEM	Smoothed Series	Resids
13	54,03000	53,69567	0,33433
14	52,16000	53,41339	-1,25339
15	51,07000	51,76066	-0,69066
16	48,44000	50,50287	-2,06287
17	48,30000	47,98228	0,31772
18	45,56000	47,39158	-1,83158
19	44,91000	44,93491	-0,02491
20	44,97000	43,92158	1,04842
21	39,94000	43,85079	-3,91079
22	38,39000	39,49977	-1,10977
23	42,42000	37,30079	5,11921
24		40,49453	
25		39,59289	
26		38,69126	
27		37,78963	
28		36,88800	
29		35,98637	
30		35,08473	
31		34,18310	
32		33,28147	
33		32,37984	

Рис. 2. 20. Прогнозні значення для XMEM

Таким чином, прогнозні значення для XMEM ETF складуть: грудень 2022 р. - 40,5%\$, січень 2023 р. - 39,59\$, лютий 2023 р. - 38,69\$, березень 2023 р. - 37,8\$, квітень 2023 р. - 36,89\$, травень 2023 р. - 35,99\$, червень 2023 р. - 35,08\$, липень 2023 р. - 34,18\$, серпень 2023 р. - 33,28\$, вересень 2023 р. - 32,29\$. У цьому випадку, як і з попереднім ETF, інвестор втратить вкладені кошти на проміжку часу у наступні 10 місяців.

Далі проаналізуємо VGT ETF. На рис. 2. 21. представлений графік VGT ETF.



2. 21. Графік VGT ETF

За аналогією з попередніми ETF, після побудови моделей без тренду та з різними видами тренду отримуємо найбільш точну якість прогнозу у моделі зі згасаючим трендом, що представлена на рис. 2.22.

Parameter grid search (Smallest abs. errors are highlighted) (Spreadsheet12)									
Model: Damped trend, no season ; S0=351,6 T0=-,647									
VGT									
Model Number	Alpha	Gamma	Phi	Mean Error	Mean Abs Error	Sums of Squares	Mean Squares	Mean % Error	Mean Abs % Error
322	0.400000	0.900000	0.700000	-0,591809	18,95248	12290,47	534,3683	-0,315137	5,028041
323	0.400000	0.900000	0.800000	-0,292648	18,55730	12303,77	534,9463	-0,179742	4,925305
314	0.400000	0.800000	0.800000	-0,377094	18,72881	12327,61	535,9828	-0,204125	4,974320
313	0.400000	0.800000	0.700000	-0,690480	19,12448	12393,76	538,8589	-0,349807	5,075057
385	0.500000	0.700000	0.700000	-0,488155	18,95721	12430,20	540,4435	-0,293062	5,031753
376	0.500000	0.600000	0.700000	-0,600362	19,02644	12430,98	540,4773	-0,332625	5,050260
377	0.500000	0.600000	0.800000	-0,376550	18,85924	12452,25	541,4021	-0,220593	5,011315
305	0.400000	0.700000	0.800000	-0,500576	19,11771	12456,89	541,6039	-0,243016	5,078574
368	0.500000	0.500000	0.800000	-0,538205	19,01852	12492,20	543,1391	-0,273960	5,055745
394	0.500000	0.800000	0.700000	-0,393144	18,91936	12516,56	544,1984	-0,261315	5,021632

Рис. 2.22. Пошук по сітці для моделі зі згасаючим трендом (МСНІ ETF)

Мінімальне т.а.р.е. дорівнює 4,93%, що є меншим, ніж в усіх інших моделях. Далі вводимо параметр Альфа (0,4), Гамма (0,9) та Фі (0,8) на вхід моделі зі згасаючим трендом та отримуємо графік (рис. 2.23), а також таблицю з критеріями якості моделі (рис.2.24).

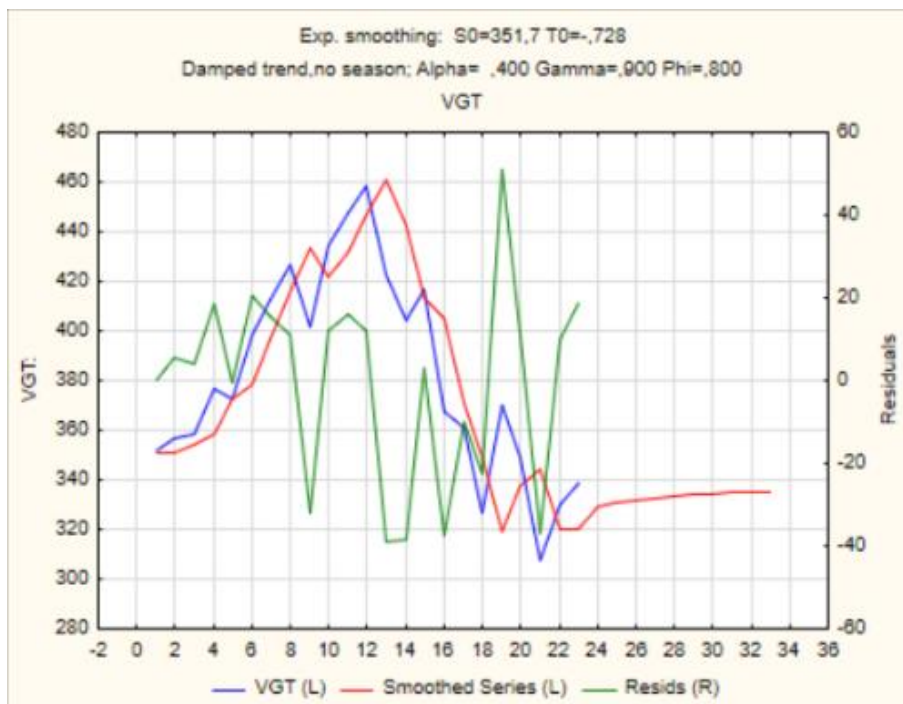


Рис. 2.23. Графік для моделі з лінійним трендом

Exp. smoothing: S0=351,7 T0=-,728 (Spreadsheet12) Damped trend,no season; Alpha= ,400 Gamma=,900 Phi=,800 VGT	
Summary of error	<b>Error</b>
Mean error	-0,2926483332
Mean absolute error	18,5572954584
Sums of squares	12303,7657583960
Mean square	534,9463373216
Mean percentage error	-0,1797419261
Mean abs. perc. error	4,9253050885

Рис. 2.24. Критерії якості моделі

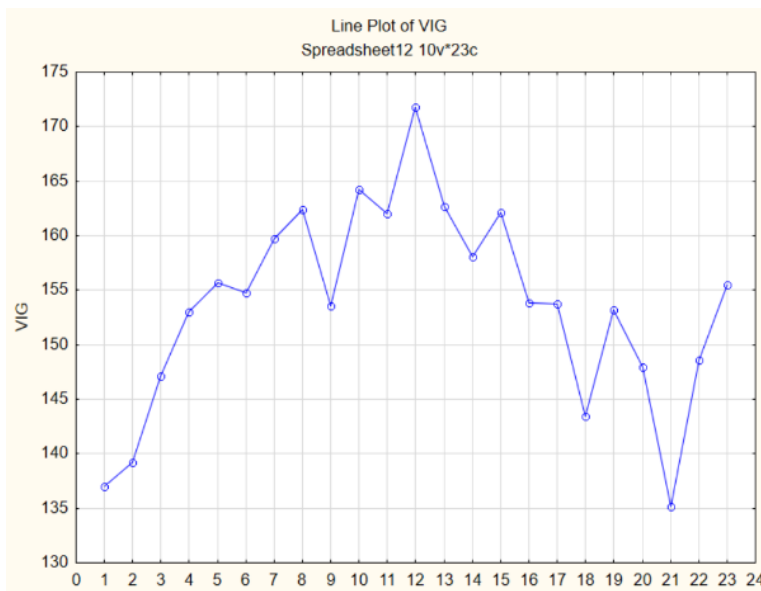
Можемо зробити висновок про те, що модель має достатньо високу точність прогнозу та її можна використовувати. Прогнозні значення можемо побачити на рис. 2.25.

Exp. smoothing: S0=351,7 T0=-,728 (Spreadsheet12) Damped trend,no season; Alpha= ,400 Gamma=,900 Phi=,800 VGT			
Case	VGT	Smoothed Series	Resids
22	330,2000	320,2379	9,9621
23	338,4900	319,7585	18,7315
24		329,0744	
25		330,5331	
26		331,7000	
27		332,6335	
28		333,3804	
29		333,9778	
30		334,4558	
31		334,8382	
32		335,1441	
33		335,3888	

Рис. 2.25. Прогнозні значення для VGT

Таким чином, прогнозні значення для VGT ETF складуть: грудень 2022 р. - 329,07\$, січень 2023 р. - 330,53\$, лютий 2023 р. - 331,7\$, березень 2023 р. - 332,63\$, квітень 2023 р. - 333,38\$, травень 2023 р. - 333,98\$, червень 2023 р. - 334,46\$, липень 2023 р. - 334,84\$, серпень 2023 р. - 335,14\$, вересень 2023 р. - 335,39\$. Тобто інвестор не отримає прибуток за 10 місяців за цим ETF.

Наступний ETF для аналізу - VIG. На рис. 2. 26. представлений графік VIG ETF.



2.26. Графік VIG ETF

За аналогією з попередніми ETF, після побудови моделей без тренду та з різними видами тренду отримуємо найбільш точну якість прогнозу у моделі зі згасаючим трендом, що представлена на рис. 2.27.

Parameter grid search (Smallest abs. errors are highlighted) (Spreadsheet12)									
Model: Damped trend, no season ; S0=136,6 T0=.9333									
VIG									
Model Number	Alpha	Gamma	Phi	Mean Error	Mean Abs Error	Sums of Squares	Mean Squares	Mean % Error	Mean Abs % Error
304	0,400000	0,700000	0,700000	0,677180	5,599330	1081,332	47,01443	0,361788	3,669089
313	0,400000	0,800000	0,700000	0,678020	5,597253	1082,528	47,06644	0,364331	3,666462
295	0,400000	0,600000	0,700000	0,677587	5,616253	1084,145	47,13674	0,359163	3,681539
321	0,400000	0,900000	0,600000	0,763034	5,689801	1085,111	47,17873	0,411240	3,727124
312	0,400000	0,800000	0,600000	0,771633	5,694420	1086,572	47,24225	0,414789	3,730994
358	0,500000	0,400000	0,700000	0,688698	5,709699	1086,861	47,25482	0,362830	3,741620
322	0,400000	0,900000	0,700000	0,679001	5,609763	1087,040	47,26263	0,366282	3,673574
367	0,500000	0,500000	0,700000	0,681918	5,698253	1089,114	47,35279	0,361901	3,732869
296	0,400000	0,600000	0,800000	0,556790	5,544674	1090,236	47,40156	0,294356	3,635939
350	0,500000	0,300000	0,800000	0,536097	5,667859	1090,422	47,40965	0,269664	3,716193

Рис. 2.27. Пошук по сітці для моделі зі згасаючим трендом (VIG ETF)

Мінімальне m.a.p.e. дорівнює 3,64%, що є меншим, ніж в усіх інших моделях. Далі вводимо параметр Альфа (0,4), Гамма (0,6) та Фі (0,8) на вхід моделі зі згасаючим трендом та отримуємо графік (рис. 2. 28), а також таблицю з критеріями якості моделі (рис.2.29).

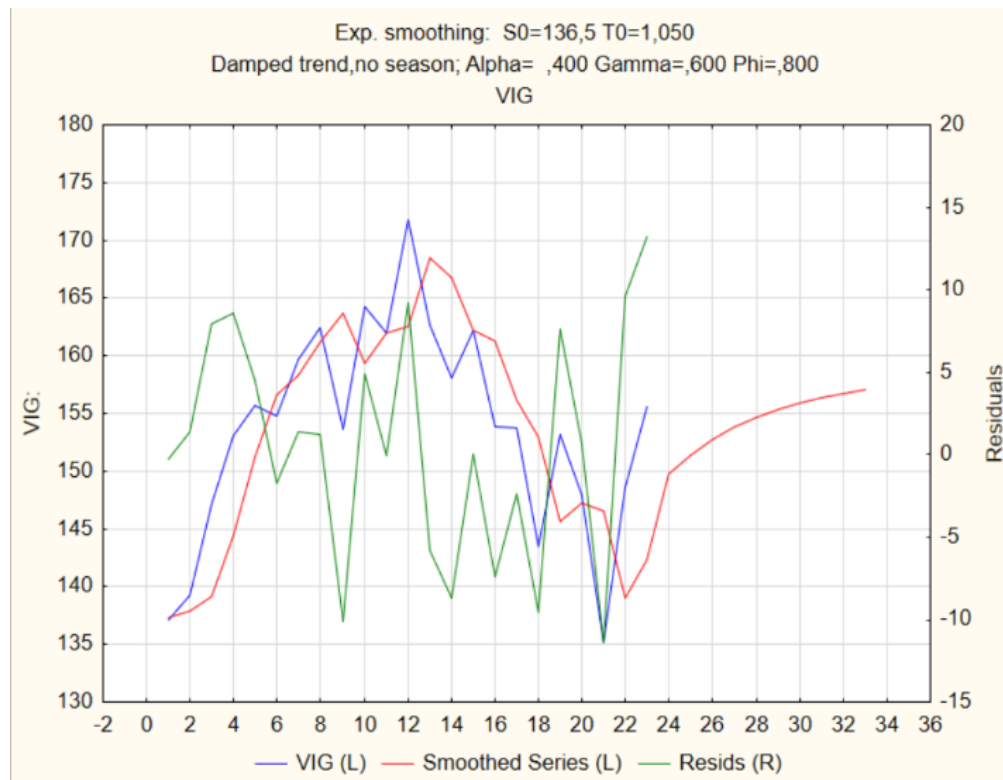


Рис. 2.28. Графік для моделі з лінійним трендом

Exp. smoothing: S0=136,5 T0=1,050 (Spreadsheet12)  
Damped trend,no season; Alpha= ,400 Gamma=,600 Phi=,800  
VIG

Summary of error	Error
<b>Mean error</b>	<b>0,55678952556</b>
Mean absolute error	5,54467377327
Sums of squares	1090,23578683564
Mean square	47,40155594938
Mean percentage error	0,29435559999
Mean abs. perc. error	3,63593864625

Рис. 2.29. Критерії якості моделі

Можемо зробити висновок про те, що модель має високу точність прогнозу та її можна використовувати. Прогнозні значення можемо побачити на рис. 2.30.



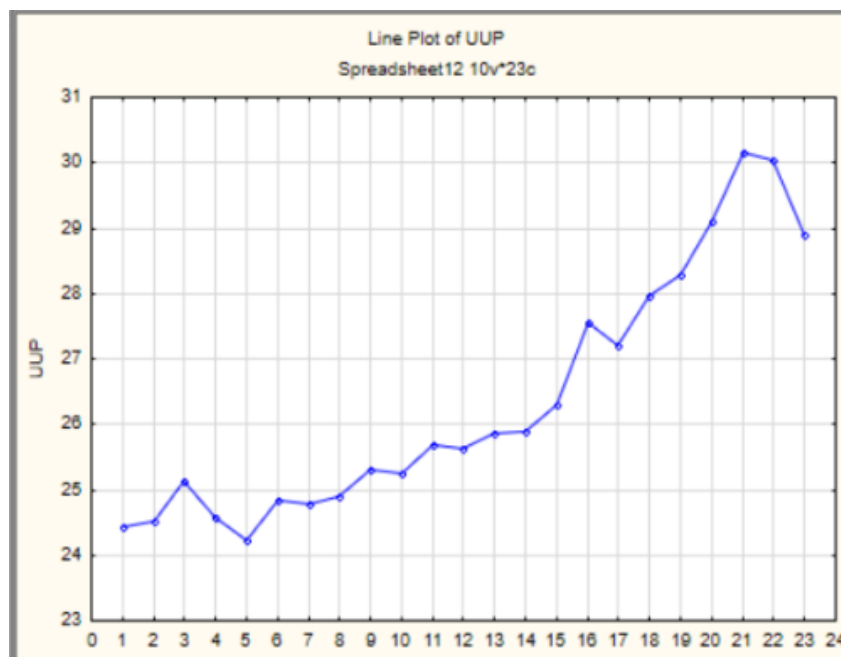
Exp. smoothing: S0=136,5 T0=1,050 (Spreadsheet12)  
Damped trend, no season, Alpha= .400 Gamma= .600 Phi= .800  
VIG

Case	VIG	Smoothed Senes	Resids
7	159,7200	158,3352	1,3848
8	162,3900	161,1489	1,2411
9	153,6000	163,6915	-10,0915
10	164,2500	159,3542	4,8958
11	161,9900	162,0120	-0,0220
12	171,7500	162,5585	9,1915
13	162,6400	168,4442	-5,8042
14	158,0800	166,7753	-8,6953
15	162,1600	162,1500	0,0100
16	153,8600	161,2381	-7,3781
17	153,7500	156,1376	-2,3876
18	143,4700	153,0047	-9,5347
19	153,2200	145,6179	7,6021
20	147,9300	147,2600	0,6700
21	135,1600	146,5376	-11,3776
22	148,6200	139,0098	9,6102
23	155,5300	142,3176	13,2124
24		149,7103	
25		151,3965	
26		152,7455	
27		153,8247	
28		154,6880	
29		155,3787	
30		155,9312	
31		156,3733	
32		156,7269	
33		157,0098	

Рис. 2.30. Прогнозні значення для VIG

Таким чином, прогнозні значення для VIG ETF складуть: грудень 2022 р. - 149,71\$, січень 2023 р. - 151,4\$, лютий 2023 р. - 152,75\$, березень 2023 р. - 153,82\$, квітень 2023 р. - 154,69\$, травень 2023 р. - 155,39\$, червень 2023 р. - 155,93\$, липень 2023 р. - 156,37\$, серпень 2023 р. - 156,73\$, вересень 2023 р. - 157,01\$. Тобто, з листопада 2022 року вартість підвищиться на 1,48\$, що складає 0,95%.

Далі проаналізуємо UUP ETF. На рис. 2.31. представлений графік UUP ETF.



2.31. Графік UUP ETF

За аналогією з попередніми ETF, після побудови моделей без тренду та з різними видами тренду отримуємо найбільш точну якість прогнозу у моделі з лінійним трендом, що представлена на рис. 2.32.

Parameter grid search (Smallest abs. errors are highlighted) (Spreadsheet12)								
Model: Linear trend, no season ; S0=24,32 T0=,2032								
UUP								
Model Number	Alpha	Gamma	Mean Error	Mean Abs Error	Sums of Squares	Mean Squares	Mean % Error	Mean Abs % Error
64	0,800000	0,100000	0,016272	0,403711	6,847913	0,297735	0,038170	1,494077
73	0,900000	0,100000	0,005817	0,414985	6,869530	0,298675	0,003928	1,537779
55	0,700000	0,100000	0,030010	0,393278	6,880794	0,299165	0,083196	1,453719
46	0,600000	0,100000	0,048060	0,384698	6,998539	0,304284	0,142193	1,420548
56	0,700000	0,200000	0,007388	0,395135	7,194444	0,312802	0,014574	1,460703
47	0,600000	0,200000	0,024360	0,384211	7,215376	0,313712	0,071753	1,418339
65	0,800000	0,200000	-0,004877	0,407636	7,221046	0,313959	-0,026741	1,509036
37	0,500000	0,100000	0,071923	0,389446	7,282588	0,316634	0,219623	1,434422
74	0,900000	0,200000	-0,013729	0,421229	7,284167	0,316703	-0,056459	1,561762
38	0,500000	0,200000	0,048271	0,375579	7,338325	0,319058	0,152077	1,384295

Рис. 2.32. Пошук по сітці для моделі з лінійним трендом (UUP ETF)

Мінімальне т.а.р.е. дорівнює 1,38%, що є меншим, ніж в усіх інших моделях. Далі вводимо параметр Альфа (0,5) та Гамма (0,2) на вхід моделі з лінійним трендом та отримуємо графік (рис. 2.33), а також таблицю з критеріями якості моделі (рис.2.34).

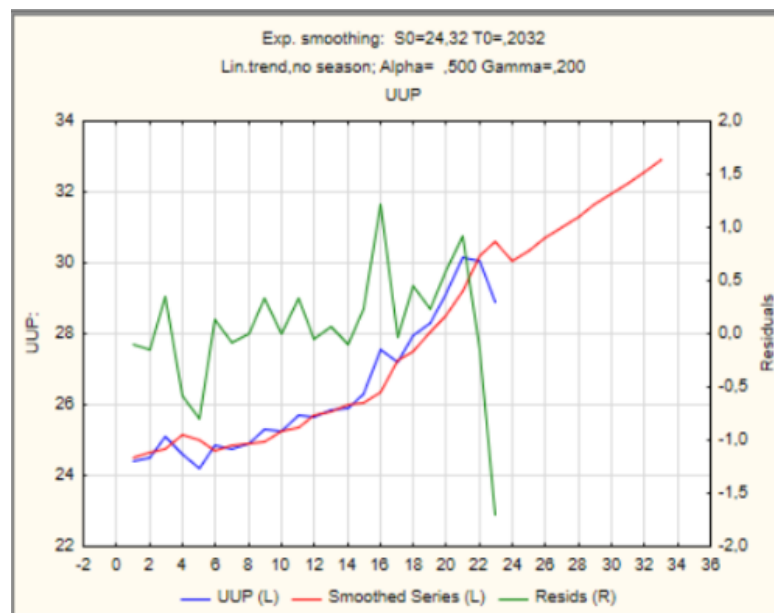


Рис. 2.33. Графік для моделі з лінійним трендом

Exp. smoothing: S0=24,32 T0=,2032 (Spreadsheet12) Lin.trend,no season; Alpha= ,500 Gamma=,200 UUP	
Summary of error	Error
Mean error	0,04827121269369
Mean absolute error	0,37557880135636
Sums of squares	7,33832543257458
Mean square	0,31905762750324
Mean percentage error	0,15207677312278
Mean abs. perc. error	1,38429495243067

Рис. 2.34. Критерії якості моделі

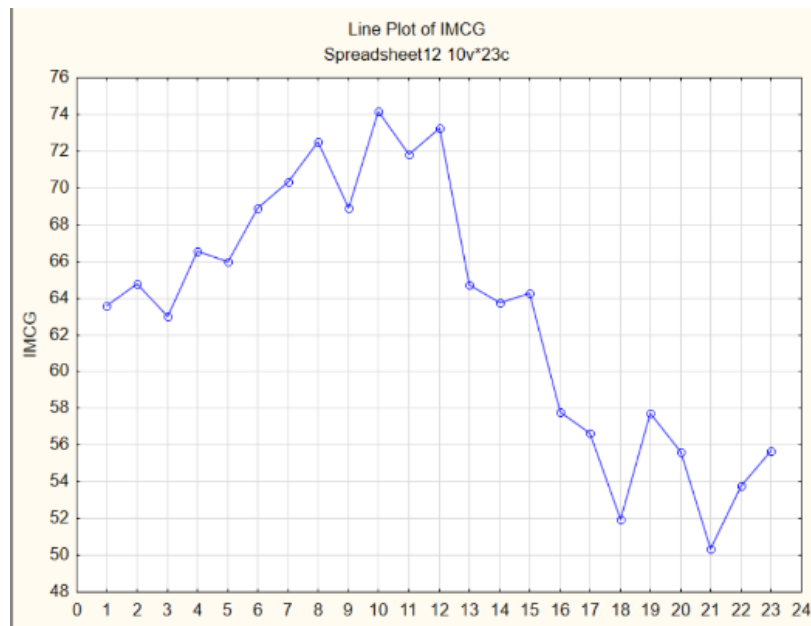
Можемо зробити висновок про те, що модель має дуже високу точність прогнозу та її можна використовувати. Прогнозні значення можемо побачити на рис. 2.35.

Exp. smoothing: S0=24,32 T0=,2032 (Spreadsheet12) Lin.trend,no season; Alpha= ,500 Gamma=,200 UUP			
Case	UUP	Smoothed Series	Resids
22	30,03000	30,18780	-0,15780
23	28,89000	30,59345	-1,70345
24		30,05593	
25		30,37014	
26		30,68434	
27		30,99855	
28		31,31275	
29		31,62696	
30		31,94116	
31		32,25537	
32		32,56957	
33		32,88378	

Рис. 2.35. Прогнозні значення для UUP

Таким чином, прогнозні значення для VGT ETF складуть: грудень 2022 р. - 30,06\$, січень 2023 р. - 30,37\$, лютий 2023 р. - 30,68\$, березень 2023 р. - 30,1\$, квітень 2023 р. - 31,31\$, травень 2023 р. - 31,63\$, червень 2023 р. - 31,94\$, липень 2023 р. - 32,26\$, серпень 2023 р. - 32,57\$, вересень 2023 р. - 32,89\$. Тобто приріст складе 4\$, що становить 13,85% за період з листопада 2022 року до вересня 2023 року.

Наступний ETF для аналізу - IMCG. На рис. 2.36. представлений графік IMCG ETF.



2.36. Графік IMCG ETF

За аналогією з попередніми ETF, після побудови моделей без тренду та з різними видами тренду отримуємо найбільш точну якість прогнозу у моделі зі згасаючим трендом, що представлена на рис. 2.37.

Parameter grid search (Smallest abs. errors are highlighted) (Spreadsheet12)									
Model: Damped trend, no season ; S0=63,76 T0=-,398									
IMCG									
Model Number	Alpha	Gamma	Phi	Mean Error	Mean Abs Error	Sums of Squares	Mean Squares	Mean % Error	Mean Abs % Error
323	0.400000	0.900000	0.800000	-0.110021	2.595580	247.4386	10.75820	-0.239681	4.231215
322	0.400000	0.900000	0.700000	-0.238721	2.664472	251.0896	10.91694	-0.502856	4.351089
314	0.400000	0.800000	0.800000	-0.130870	2.632774	251.2146	10.92237	-0.275678	4.292383
324	0.400000	0.900000	0.900000	0.023365	2.534101	252.6160	10.98330	0.032937	4.124980
386	0.500000	0.700000	0.800000	-0.105239	2.631808	254.5322	11.06662	-0.247344	4.295458
394	0.500000	0.800000	0.700000	-0.188241	2.660095	255.2143	11.09628	-0.421944	4.346864
385	0.500000	0.700000	0.700000	-0.216686	2.675892	255.2297	11.09695	-0.474324	4.371963
313	0.400000	0.800000	0.700000	-0.268675	2.691468	255.5367	11.11029	-0.559802	4.395784
377	0.500000	0.600000	0.800000	-0.133839	2.663090	255.6225	11.11402	-0.298427	4.346377
395	0.500000	0.800000	0.800000	-0.083336	2.611271	255.9625	11.12880	-0.210672	4.263262

Рис. 2.37. Пошук по сітці для моделі зі згасаючим трендом (IMCG ETF)

Мінімальне m.a.r.e. дорівнює 4,12%, що є меншим, ніж в усіх інших моделях. Далі вводимо параметр Альфа (0,4), Гамма (0,9) та Фі (0,9) на вхід моделі зі згасаючим трендом та отримуємо графік (рис. 2.38), а також таблицю з критеріями якості моделі (рис.2.39).

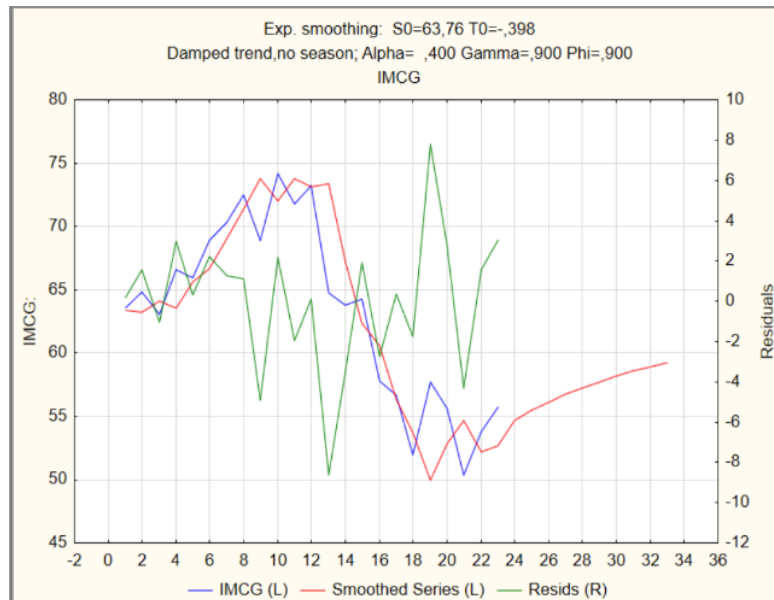


Рис. 2.38. Графік для моделі зі згасаючим трендом

Summary of error		Error
Mean error		0,023365190375
Mean absolute error		2,534101018669
Sums of squares		252,615964926944
Mean square		10,983302822911
Mean percentage error		0,032936896552
Mean abs. perc. error		4,124979620863

Exp. smoothing: S0=63,76 T0=-,398 (Spreadsheet12)  
Damped trend, no season; Alpha=,400 Gamma=,900 Phi=,900  
IMCG

Рис. 2.39. Критерії якості моделі

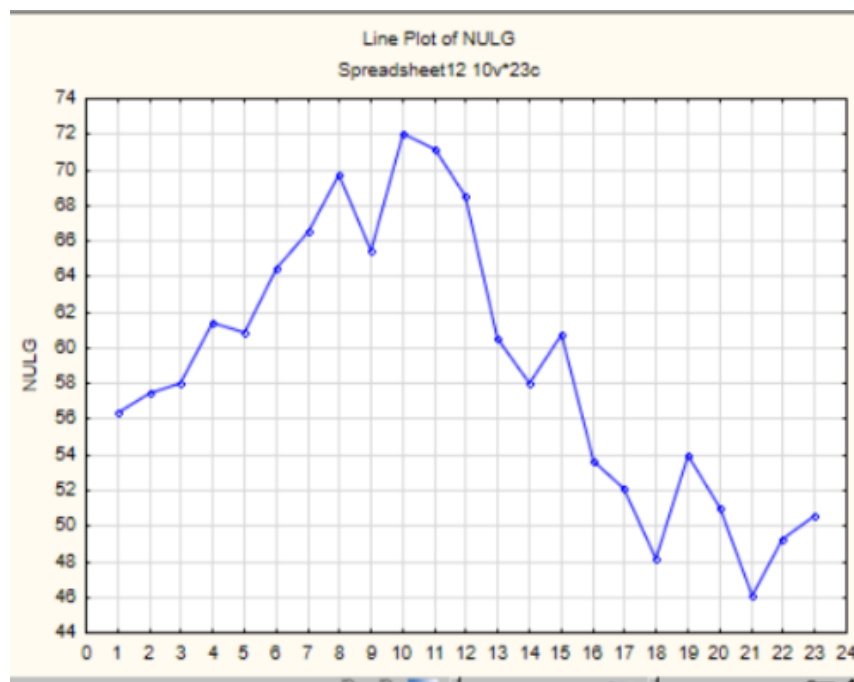
Можемо зробити висновок про те, що модель має достатньо високу точність прогнозу та її можна використовувати. Прогнозні значення можемо побачити на рис. 2.40.

Exp. smoothing: S0=63,76 T0=-,398 (Spreadsheet12) Damped trend, no season; Alpha=,400 Gamma=,900 Phi=,900 IMCG			
Case	IMCG	Smoothed Series	Resids
10	74,18000	72,00480	2,17520
11	71,80000	73,74210	-1,94210
12	73,24000	73,11652	0,12348
13	64,72000	73,34205	-8,62205
14	63,77000	67,25821	-3,48821
15	64,28000	62,36123	1,91877
16	57,82000	60,59889	-2,77889
17	56,67000	56,31011	0,35989
18	51,94000	53,71117	-1,77117
19	57,74000	49,96024	7,77976
20	55,64000	52,85457	2,78543
21	50,38000	54,67540	-4,29540
22	53,79000	52,20153	1,58847
23	55,68000	52,67144	3,00856
24		54,70071	
25		55,44397	
26		56,11290	
27		56,71494	
28		57,25678	
29		57,74443	
30		58,18332	
31		58,57832	
32		58,93382	
33		59,25376	

Рис. 2.40. Прогнозні значення для IMCG

Таким чином, прогнозні значення для IMCG ETF складуть: грудень 2022 р. - 54,7\$, січень 2023 р. - 55,44\$, лютий 2023 р. - 56,11\$, березень 2023 р. - 56,71\$, квітень 2023 р. - 57,26\$, травень 2023 р. - 57,74\$, червень 2023 р. - 58,18\$, липень 2023 р. - 58,58\$, серпень 2023 р. - 58,93\$, вересень 2023 р. - 59,25\$. Тобто, з листопада 2022 року вартість підвищиться на 3,57\$, що складає 6,41%.

Далі проаналізуємо NULG ETF. На рис. 2. 41. представлений графік NULG ETF.



2. 41. Графік NULG ETF

За аналогією з попередніми ETF, після побудови моделей без тренду та з різними видами тренду отримуємо найбільш точну якість прогнозу у моделі зі згасаючим трендом, що представлена на рис. 2.42.

Parameter grid search (Smallest abs. errors are highlighted) (Spreadsheet12)									
Model: Damped trend, no season ; S0=56,52 T0=-,290									
NULG									
Model Number	Alpha	Gamma	Phi	Mean Error	Mean Abs Error	Sums of Squares	Mean Squares	Mean % Error	Mean Abs % Error
323	0.400000	0.900000	0.800000	-0,095790	2,869131	310,5742	13,50322	-0,235588	4,930473
394	0.500000	0.800000	0.700000	-0,145353	2,947828	311,2264	13,53158	-0,397549	5,082166
385	0.500000	0.700000	0.700000	-0,167528	2,969652	312,2292	13,57518	-0,445425	5,117521
386	0.500000	0.700000	0.800000	-0,087980	2,907187	312,2357	13,57546	-0,240272	5,002812
403	0.500000	0.900000	0.700000	-0,126167	2,952231	312,5013	13,58701	-0,358027	5,093429
395	0.500000	0.800000	0.800000	-0,070216	2,890400	313,2908	13,62134	-0,207410	4,974893
322	0.400000	0.900000	0.700000	-0,187326	2,986060	313,7340	13,64061	-0,472463	5,139961
377	0.500000	0.600000	0.800000	-0,110499	2,947299	314,4413	13,67136	-0,286077	5,072377
402	0.500000	0.900000	0.600000	-0,196452	3,025553	314,6361	13,67983	-0,532395	5,225378
448	0.600000	0.500000	0.700000	-0,167215	3,015153	315,6136	13,72233	-0,458250	5,208348

Рис. 2. 42. Пошук по сітці для моделі зі згасаючим трендом (NULG ETF)

Мінімальне т.а.р.е. дорівнює 4,93%, що є меншим, ніж в усіх інших моделях. Далі вводимо параметр Альфа (0,4), Гамма (0,9) та Фі (0,8) на вхід моделі зі згасаючим трендом та отримуємо графік (рис. 2. 43), а також таблицю з критеріями якості моделі (рис.2.44).

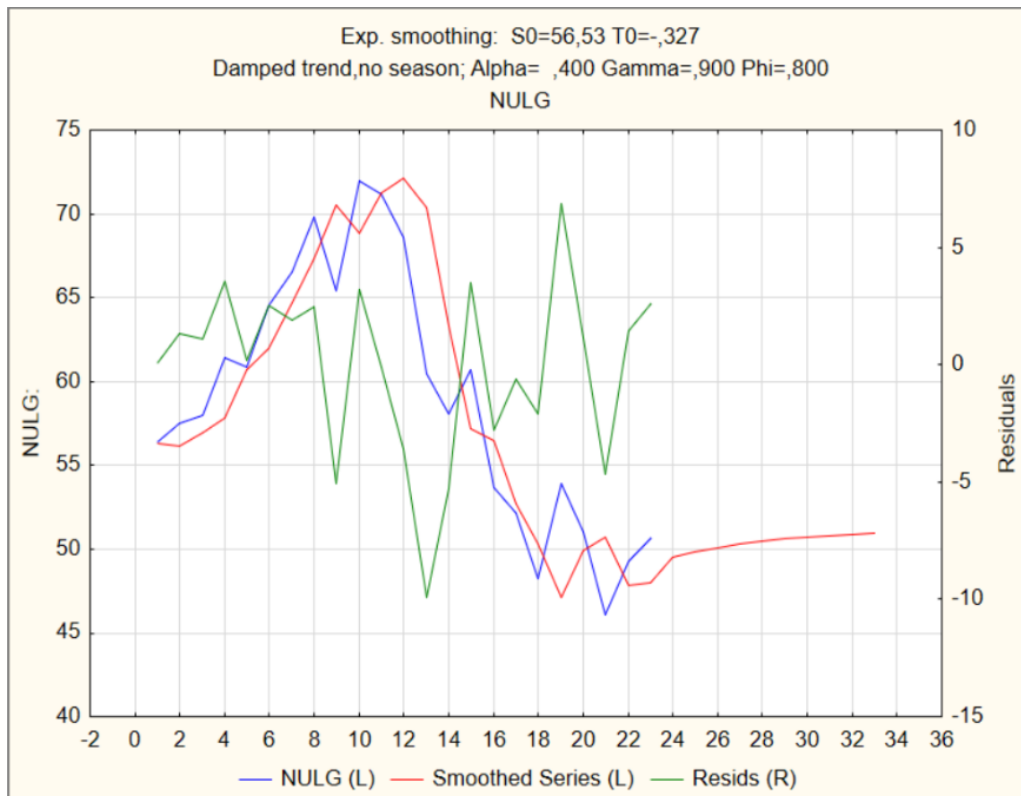


Рис. 2.43. Графік для моделі зі згасаючим трендом

Exp. smoothing: S0=56,53 T0=-,327 (Spreadsheet12) Damped trend,no season; Alpha= ,400 Gamma=,900 Phi=,800 NULG	
Summary of error	Error
Mean error	-0,095790109147
Mean absolute error	2,869130728186
Sums of squares	310,574154717912
Mean square	13,503224118170
Mean percentage error	-0,235587547501
Mean abs. perc. error	4,930472543540

Рис. 2.44. Критерії якості моделі

Можемо зробити висновок про те, що модель має достатньо високу точність прогнозу та її можна використовувати. Прогнозні значення можемо побачити на рис. 2.45.

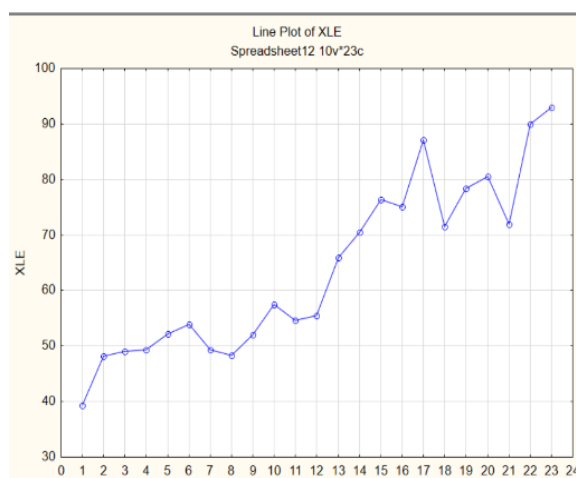
Exp. smoothing: S0=56,53 T0=-,327 (Spreadsheet12)  
Damped trend, no season, Alpha=,400 Gamma=,900 Phi=,800  
NULG

Case	NULG	Smoothed Series	Resids
7	66,56000	64,68981	1,87019
8	69,78000	67,33117	2,44883
9	65,45000	70,53059	-5,08059
10	72,01000	68,81105	3,19895
11	71,16000	71,26209	-0,10209
12	68,57000	72,12902	-3,55902
13	60,49000	70,40662	-9,91662
14	58,04000	63,34496	-5,30496
15	60,73000	57,21913	3,51087
16	53,63000	56,43154	-2,80154
17	52,15000	52,75052	-0,60052
18	48,20000	50,28905	-2,08905
19	53,94000	47,07477	6,86523
20	51,04000	49,89512	1,14488
21	46,10000	50,74220	-4,64220
22	49,30000	47,85967	1,44033
23	50,62000	48,03010	2,58990
24		49,48739	
25		49,82445	
26		50,09410	
27		50,30982	
28		50,48239	
29		50,62045	
30		50,73090	
31		50,81926	
32		50,88995	
33		50,94650	

Рис. 2.45. Прогнозні значення для NULG

Таким чином, прогнозні значення для VGT ETF складуть: грудень 2022 р. - 49,49\$, січень 2023 р. - 49,82\$, лютий 2023 р. - 50,1\$, березень 2023 р. - 50,31\$, квітень 2023 р. - 50,48\$, травень 2023 р. - 50,62\$, червень 2023 р. - 50,73\$, липень 2023 р. - 50,82\$, серпень 2023 р. - 50,89\$, вересень 2023 р. - 50,95\$. Тобто приріст складе 0,33\$, що становить 0,65% за період з листопада 2022 року до вересня 2023 року.

Наступний ETF для аналізу -XLE. На рис. 2. 46. представлений графік XLE ETF.



2. 46. Графік XLE ETF



За аналогією з попередніми ETF, після побудови моделей без тренду та з різними видами тренду отримуємо найбільш точну якість прогнозу у моделі з лінійним трендом, що представлена на рис. 2. 47.

Parameter grid search (Smallest abs. errors are highlighted) (Spreadsheet12)								
Model: Linear trend, no season ; S0=38,10 T0=2,440								
XLE								
Model Number	Alpha	Gamma	Mean Error	Mean Abs Error	Sums of Squares	Mean Squares	Mean % Error	Mean Abs % Error
1	0,100000	0,100000	-1,11529	4,948082	862,7674	37,51163	-2,60916	7,959963
10	0,200000	0,100000	-0,40729	5,119856	886,3432	38,53666	-1,56558	8,008289
19	0,300000	0,100000	-0,19761	5,135983	897,3413	39,01484	-1,16374	7,913675
28	0,400000	0,100000	-0,08863	5,088032	898,2028	39,05229	-0,92211	7,788253
37	0,500000	0,100000	-0,00211	4,954851	900,4778	39,15121	-0,73654	7,547991
2	0,100000	0,200000	-0,57271	5,093376	906,9910	39,43439	-1,92800	8,130846
46	0,600000	0,100000	0,06575	4,829684	912,7414	39,68441	-0,59457	7,321668
55	0,700000	0,100000	0,11240	4,718573	940,5409	40,89308	-0,49326	7,145479
3	0,100000	0,300000	-0,16203	5,239968	967,9500	42,08478	-1,39714	8,312549
11	0,200000	0,200000	-0,06607	5,342558	969,0456	42,13242	-1,08872	8,291194

Рис. 2. 47. Пошук по сітці для моделі з лінійним трендом (XLE ETF)

Мінімальне m.a.p.e. дорівнює 7,14%, що є меншим, ніж в усіх інших моделях. Далі вводимо параметр Альфа (0,7) та Гамма (0,1) на вхід моделі з лінійним трендом та отримуємо графік (рис. 2. 48), а також таблицю з критеріями якості моделі (рис.2. 49) [23].

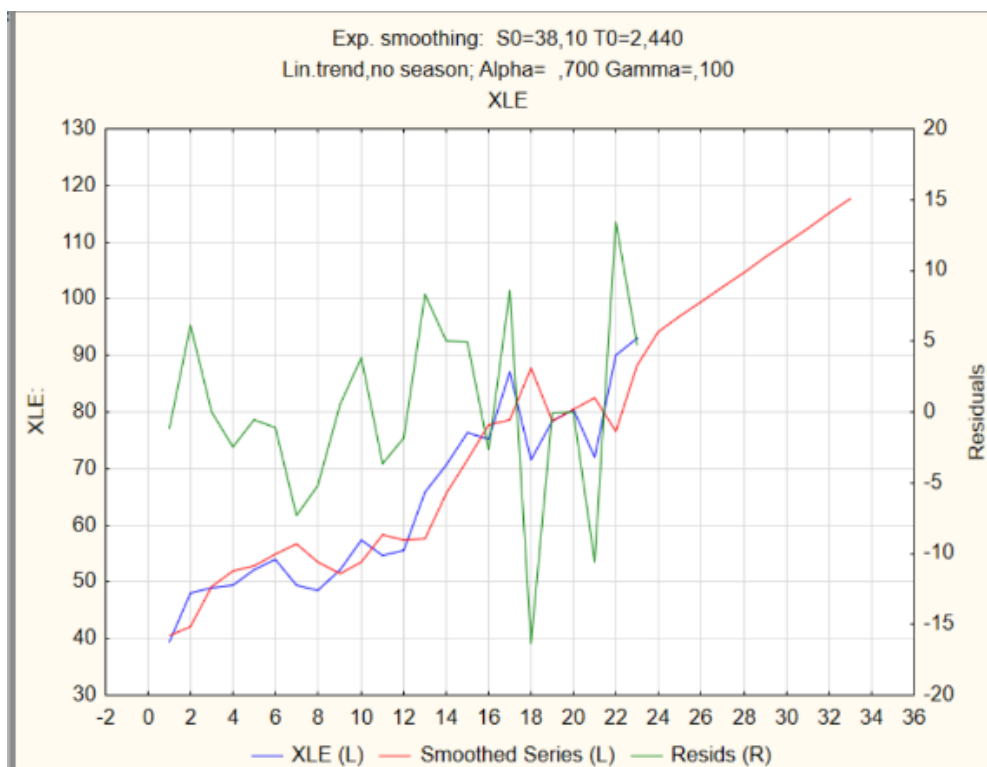


Рис. 2. 48. Графік для моделі з лінійним трендом

Exp. smoothing: S0=38,10 T0=2,440 (Spreadsheet12) Lin.trend,no season; Alpha= ,700 Gamma=,100 XLE	
Summary of error	<b>Error</b>
<b>Mean error</b>	0,112404350773
Mean absolute error	4,718572958760
Sums of squares	940,540857927699
Mean square	40,893080779465
Mean percentage error	-0,493262917454
Mean abs. perc. error	7,145479312009

Рис. 2. 49. Критерії якості моделі

Можемо зробити висновок про те, що модель має достатню точність прогнозу та її можна використовувати. Прогнозні значення можемо побачити на рис. 2.XLE 50.

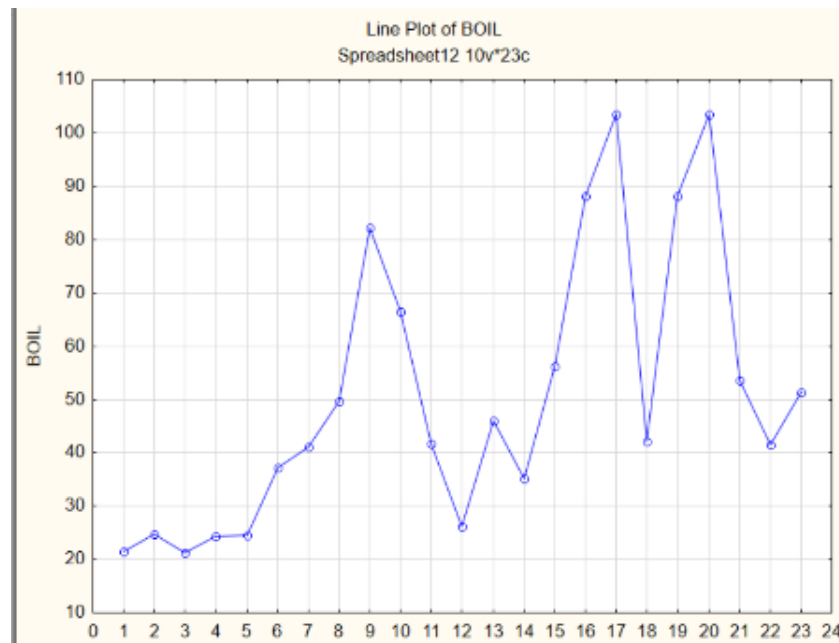
Exp. smoothing: S0=38,10 T0=2,440 (Spreadsheet12) Lin.trend,no season; Alpha= ,700 Gamma=,100 XLE			
Case	XLE	Smoothed Series	Resids
10	57,47000	53,5942	3,8758
11	54,59000	58,2380	-3,6480
12	55,50000	57,3598	-1,8598
13	65,92000	57,6032	8,3168
14	70,58000	65,5524	5,0276
15	76,44000	71,5511	4,8889
16	75,15000	77,7949	-2,6449
17	87,20000	78,5799	8,6201
18	71,51000	87,8538	-16,3438
19	78,42000	78,5089	-0,0889
20	80,50000	80,5362	-0,0362
21	72,02000	82,5979	-10,5779
22	90,00000	76,5399	13,4601
23	92,99000	88,2507	4,7393
24		94,1887	
25		96,8093	
26		99,4298	
27		102,0503	
28		104,6708	
29		107,2913	
30		109,9118	
31		112,5324	
32		115,1529	
33		117,7734	

Рис. 2.50. Прогнозні значення для XLE

Таким чином, прогнозні значення для XLE ETF складуть: грудень 2022 р. - 94,19\$, січень 2023 р. - 96,81\$, лютий 2023 р. - 99,43\$, березень 2023 р. - 102,05\$, квітень 2023 р. - 104,67\$, травень 2023 р. - 107,29\$, червень 2023 р. - 109,92\$, липень

2023 р. - 112,53\$, серпень 2023 р. - 115,15\$, вересень 2023 р. - 117,77\$. Тобто, з листопада 2022 року вартість підвищиться на 24,78\$, що становить 26,65%.

Далі проаналізуємо VOIL ETF. На рис. 2.51. представлений графік VOIL ETF.



2.51. Графік VOIL ETF

Отримуємо модель з лінійним трендом, що представлена на рис. 2.52.

Parameter grid search (Smallest abs. errors are highlighted) (Spreadsheet12)								
Model: Linear trend, no season ; S0=20,72 T0=1,356								
BOIL								
Model Number	Alpha	Gamma	Mean Error	Mean Abs Error	Sums of Squares	Mean Squares	Mean % Error	Mean Abs % Error
1	0,100000	0,100000	3,44816	17,89987	11817,61	513,8092	-4,4230	33,00183
2	0,100000	0,200000	1,32603	18,33439	12225,85	531,5589	-8,4603	35,05052
10	0,200000	0,100000	0,33861	18,56355	12241,09	532,2213	-10,6831	36,27198
19	0,300000	0,100000	-0,73659	18,63469	12597,53	547,7188	-12,8191	37,15777
3	0,100000	0,300000	-0,17609	18,66828	12623,98	548,8685	-11,4046	36,61338
28	0,400000	0,100000	-1,15698	18,25839	12809,78	556,9470	-13,3672	36,71779
11	0,200000	0,200000	-1,14721	19,01640	12875,70	559,8132	-13,8074	38,11301
4	0,100000	0,400000	-1,18998	19,05020	12917,08	561,6123	-13,4964	38,01099
37	0,500000	0,100000	-1,29033	17,98176	12948,09	562,9603	-13,1464	36,18651
46	0,600000	0,100000	-1,27191	18,02413	13114,19	570,1823	-12,5382	36,16996

Рис. 2.52. Пошук по сітці для моделі з лінійним трендом (VOIL ETF)

Мінімальне m.a.p.e. дорівнює 33%, що свідчить про недостатню точність прогнозу. Обираємо модель кусково-лінійної регресії (рис. 2. 53).

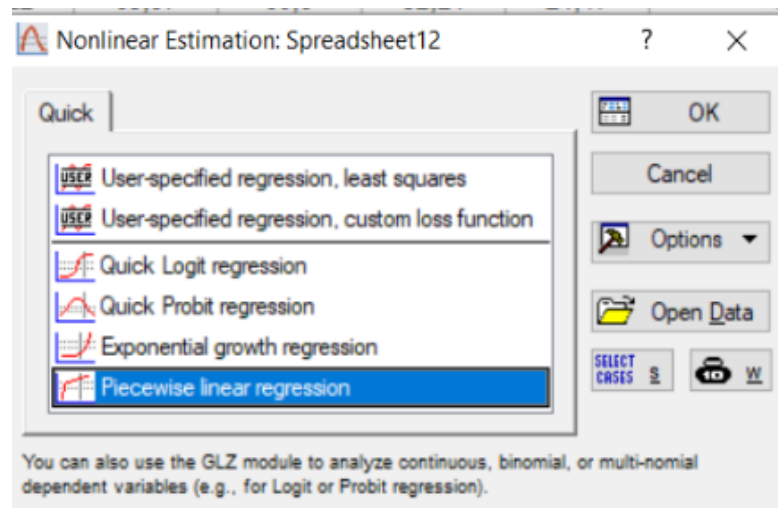
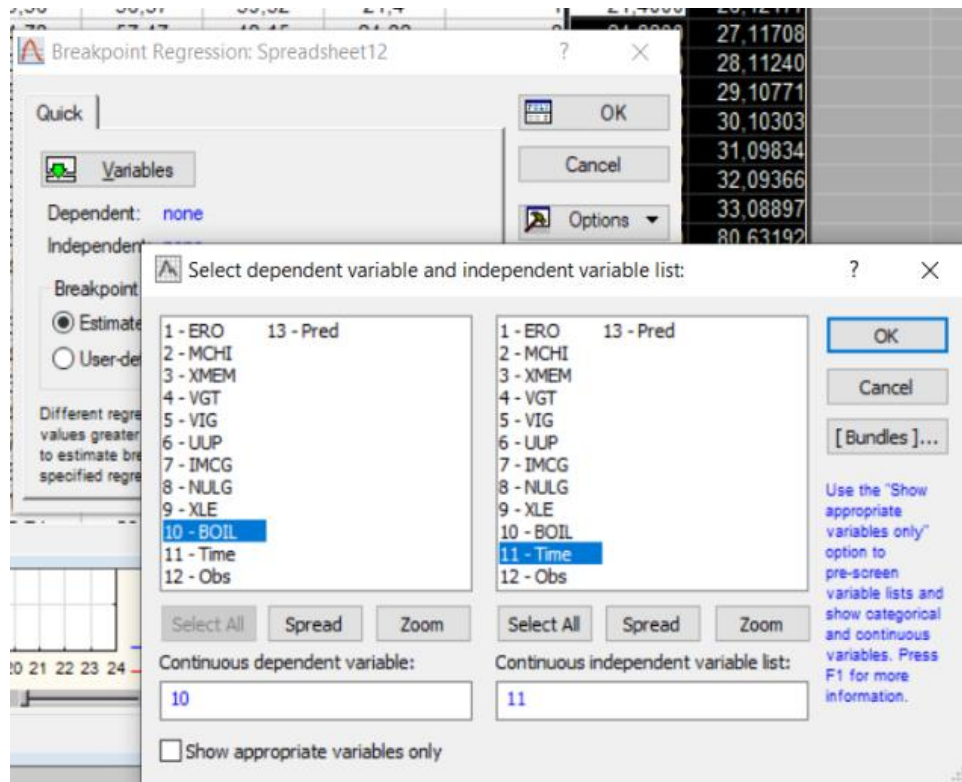


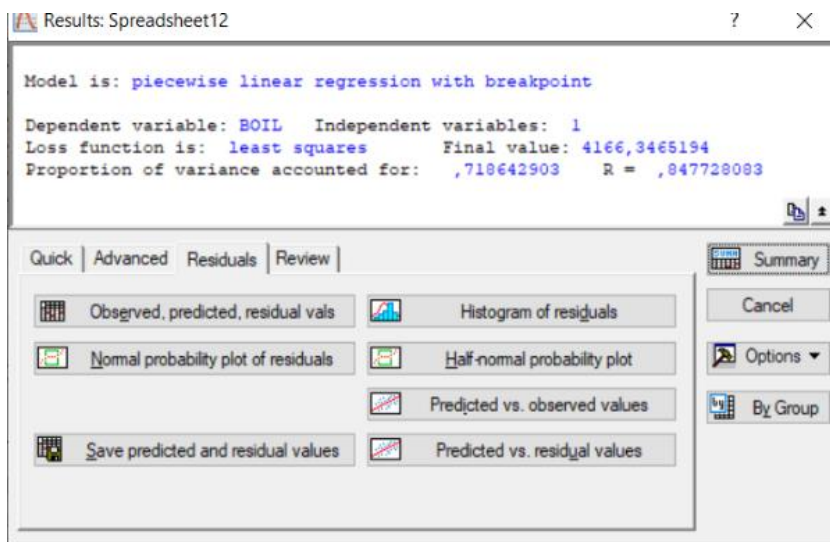
Рис. 2. 53. Кусково-лінійна регресія

Далі у якості залежної змінної обираємо наш ETF, а у якості незалежної - час (рис. 2. 54).



2. 54. Вікно побудови кусково-лінійної регресії

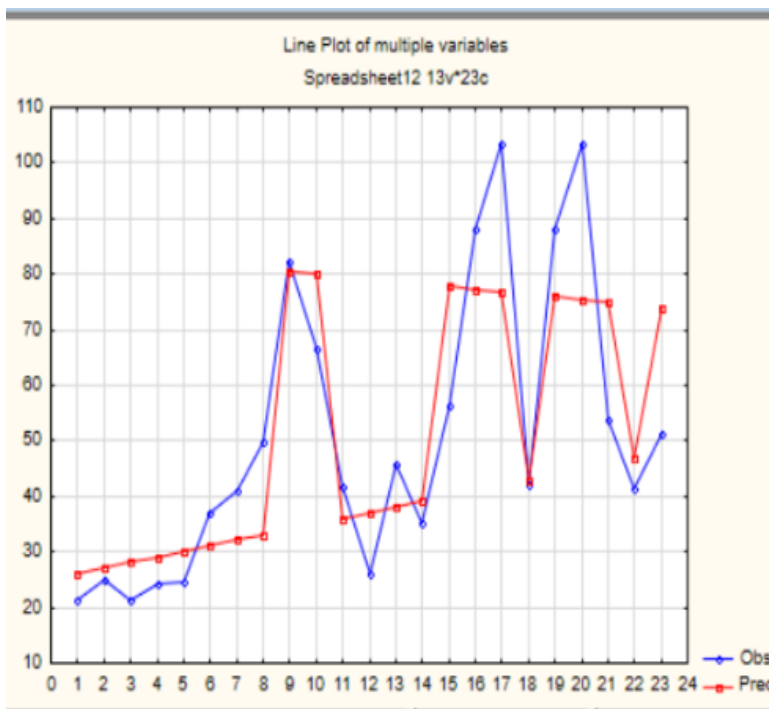
Результати отримуємо на рис. 2.55.



Model is: Piecewise linear regression with breakpoint (Spreadsheet12)					
Dependent variable: BOIL Loss: Least squares					
Final loss: 4166,3465194 R= ,84773 Variance explained: 71,864%					
N=23	Const.B0	Time	Const.B0	Time	Breakpt.
<b>Estimate</b>	25,12645	0,995315	84,87462	-0,471410	50,88435

Рис. 2. 55. Результати побудови моделі кусково-лінійної регресії

Як видно з рис. 2.55, кореляційне відношення складає 0.84, коефіцієнт детермінації – 0.71864, що свідчить про статистичну значущість моделі. Графік порівняння фактичних та розрахункових значень (рис. 2.56) також дозволяє зробити висновок про гарну якість прогнозу.



2.56. Графік порівняння фактичних та прогнозних значень

Отримаємо наступну функцію:

$$y_t = \{84,87462 - 0,47141t, \text{якщо } y_t > 50,88435\}$$

$$y_t = \{25,12645 + 0,995315t, \text{якщо } y_t < 50,88435\}.$$

Таким чином, прогнозні значення для VOIL ETF складуть: грудень 2022 р. - 73,56077\$, січень 2023 р. - 73,08936\$, лютий 2023 р. - 72,61795\$, березень 2023 р. - 72,14654\$, квітень 2023 р. - 71,67513\$, травень 2023 р. - 71,20372\$, червень 2023 р. - 70,73231\$, липень 2023 р. - 70,26090\$, серпень 2023 р. - 69,78949\$, вересень 2023 р. - 69,31808\$. Тобто приріст складе 18,09\$, що становить 35,31% за період з листопада 2022 року до вересня 2023 року.

Проаналізувавши та отримавши прогнозні значення за всіма ETF, можемо сформуванати підсумкову таблицю (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

#### Прогнозні значення ETF

	ERO	МСНІ	ХМЕМ	VGT	VIG	UUP	IMCG	NULG	XLE	VOIL
Грудень	-3,32	-11,42	-4,54	-2,78	-3,74	4,04	-1,76	-2,24	1,29	43,59
Січень	1,68	-5,64	-2,23	0,44	1,13	1,05	1,36	0,68	2,78	-0,64
Лютий	1,32	-5,98	-2,28	0,35	0,89	1,03	1,21	0,54	2,71	-0,64
Березень	1,05	-6,36	-2,33	0,28	0,71	1,02	1,07	0,43	2,64	-0,65
Квітень	0,83	-6,79	-2,39	0,22	0,56	1,01	0,96	0,34	2,57	-0,65
Травень	0,66	-7,28	-2,44	0,18	0,45	1,00	0,85	0,27	2,50	-0,66
Червень	0,52	-7,85	-2,51	0,14	0,36	0,99	0,76	0,22	2,44	-0,66
Липень	0,42	-8,52	-2,57	0,11	0,28	0,98	0,68	0,17	2,38	-0,67
Серпень	0,33	-9,32	-2,64	0,09	0,23	0,97	0,61	0,14	2,33	-0,67
Вересень	0,26	-10,27	-2,71	0,07	0,18	0,96	0,54	0,11	2,28	-0,68
Весь період	3,75	-79,42	-26,63	-0,88	1,04	13,07	6,28	0,67	23,92	37,67

Можемо зробити висновок щодо прибутковості ETF: не цікаві для інвестування МСНІ (акції китайських компаній), ХМЕМ (Азія, що розвивається та розвинена Азія) та VGT (комп'ютерні та інтернет-компанії США).

Найбільш інвестиційно привабливими є: VOIL (енергетика США), XLE (енергетика США) та UUP (валютні ринки США).

Менш дохідні ETF: IMCG (зростаючі американські акції), ERO (розвинені ринки Європи), VIG (компанії США з великою капіталізацією, що виплачують дивіденди) та NULG (компанії США, що сприяють екологічній відповідальності).

## РОЗДІЛ 3. МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ІНВЕСТИЦІЯМИ В ІНДЕКСНІ ФОНДИ

### 3.1. Моделі аналізу характеристик індексних фондів

Проведемо аналіз обраних ETF за допомогою кластерного аналізу (див. ри. 1.19).

Методи багатовимірної класифікації використовуються для розділення сукупності об'єктів на однорідні групи. Водночас кожен об'єкт характеризується великим числом різних стохастично пов'язаних ознак [41].

Можна навести таку класифікацію методів кластерного аналізу.

За способом обробки даних: ієрархічні (агломеративні, дивізімні); неієрархічні.

За способом аналізу даних: чіткі; нечіткі.

За кількістю застосування алгоритмів кластеризації: з одноетапною кластеризацією; з багатоетапною кластеризацією.

За можливістю розширення обсягу оброблюваних даних: масштабовані; не масштабовані.

За часом виконання кластеризації: потокові (on-line); не потокові (off-line).

Найбільш поширеними є ієрархічні методи, серед яких розрізняють агломеративний і дивізімний методи, а також ітеративні методи, зокрема, метод К-середніх.

Метод к-середніх зручний для обробки великих статистичних сукупностей. Необхідно попередньо задати кількість кластерів  $k$ . Алгоритм метода К-середніх:

виділяємо початкові центри  $k$  кластерів:  $C(0)1, C(0)2, \dots, C(0)k$  (як зважене середнє за кожним показником). Кожному кластеру привласнюють одиничну вагу;

знаходять відстані від точки  $x_{k+1}$  до центрів кластерів, побудованих на кроці 1. Точку  $x_{k+1}$  відносять до кластеру, відстань до якого мінімальна;

розраховують новий центр ваги  $C(1)i$ . Вагу кластера  $i$  збільшують на одиницю; повторюють кроки 2 і 3, поки всі крапки разом не будуть віднесені до якогось з  $k$  кластерів;

точки  $x_1, x_2, \dots, x_n$  знову приєднуються до  $k$  отриманих кластерів, ваги

продовжують накопичуватися;

розбиття порівнюється з попереднім. Якщо результати збігаються, класифікація закінчена [41].

Розглянемо реалізацію наведених вище алгоритмів.

Реалізація моделі кластерного аналізу здійснюватимемо на даних за десятима ETF: ERO, MCHI, XMEM, VGT, VIG, UUP, IMCG, NULG, XLE, BOIL. Де X1 - дохідність ETF з початку 2022 року, X2 - дохідність ETF за 1 рік, X3 - дохідність ETF за 5 років, X4 - дохідність ETF за 10 років, X5 - коефіцієнт Шарпа та X6 - денна волатильність (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

#### Вихідні дані для кластерного аналізу

ETF	X1 (Дох-ть з поч. р.)	X2 (Дох-ть за 1 рік)	X3 (Дох-ть за 5 років)	X4 (Дох-ть за 10 років)	X5 (Коеф-т Шарпа)	X6 (Денна вол- ть)
ERO	19.64%	17.15%	7.34%	4.64%	0.86	20.01%
MCHI	-30.53%	-35.36%	-7.84%	1.22%	-0.85	41.23%
XMEM	-21.65%	-23.10%	-2.42%	1.13%	-0.98	23.43%
VGT	-24.43%	-23.03%	16.78%	18.91%	-0.67	33.64%
VIG	-7.43%	-4.40%	11.91%	12.45%	-0.23	20.26%
UUP	11.51%	10.43%	4.02%	3.02%	1.16	9.01%
IMCG	-22.51%	-23.15%	11.56%	13.03%	-0.77	29.36%
NULG	-24.81%	-25.57%	13.85%	15.47%	-0.81	30.66%
XLE	71.39%	73.17%	11.47%	6.31%	1.94	35.18%
BOIL	109.28%	13.84%	-31.80%	-41.54%	0.02	142.21%

Для класифікації ETF та визначення їх особливостей працюватимемо із модулем Кластерний аналіз в ПППІ Statistica.

Будуємо дендрограму класифікації за методом Уорда (рис. 3.1).



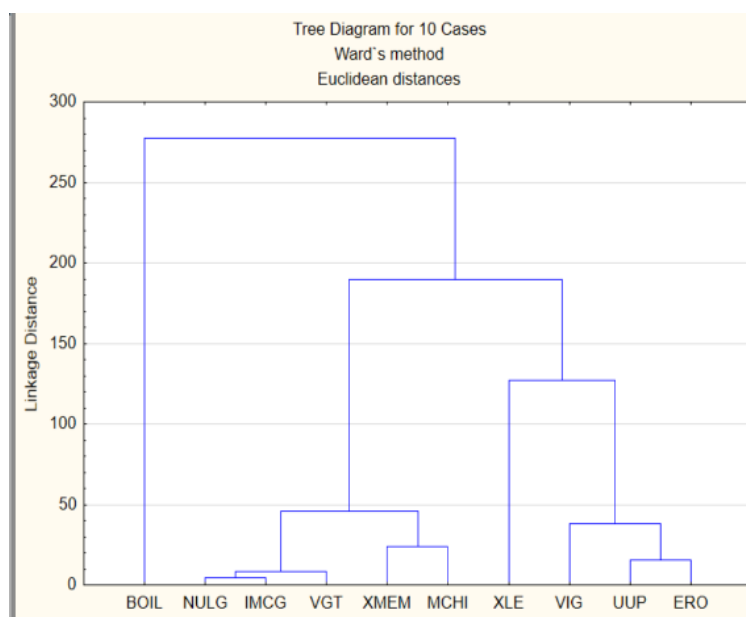


Рис. 3.1. Дендрограма класифікації за методом Уорда

На рис. 3.2 представлена матриця об'єднання та на рис. 3.3 графік Евклідових відстаней.

Amalgamation Schedule (Spreadsheet51)										
Ward's method										
Euclidean distances										
linkage distance	Obj. No. 1	Obj. No. 2	Obj. No. 3	Obj. No. 4	Obj. No. 5	Obj. No. 6	Obj. No. 7	Obj. No. 8	Obj. No. 9	Obj. No. 10
4.902622	IMCG	NULG								
8.465755	VGT	IMCG	NULG							
15.68414	ERO	UUP								
23.98757	MCHI	XMEM								
38.15776	ERO	UUP	VIG							
46.11049	MCHI	XMEM	VGT	IMCG	NULG					
126.8567	ERO	UUP	VIG	XLE						
189.9691	ERO	UUP	VIG	XLE	MCHI	XMEM	VGT	IMCG	NULG	
277.5932	ERO	UUP	VIG	XLE	MCHI	XMEM	VGT	IMCG	NULG	BOIL

Рис. 3.2. Матриця об'єднання

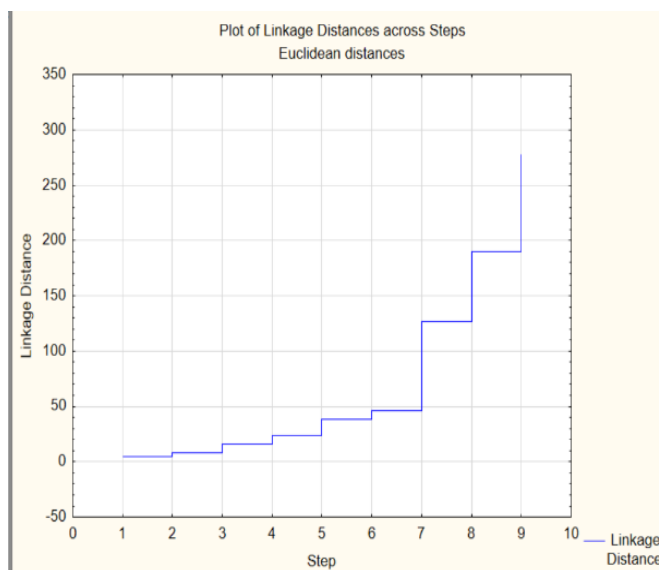


Рис. 3.3. Графік Евклідових відстаней

Наступним кроком будемо мати матрицю відстаней та обираємо репрезентанта (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

## Матриця відстаней

Case No.	Euclidean distances (Spreadsheet51)										
	ERO	MCHI	XMEM	VGT	VIG	UUP	IMCG	NULG	XLE	BOIL	
ERO	0	77	59	64	36	16	60	64	78	163	616
MCHI	77	0	24	34	49	71	29	30	150	186	652
XMEM	59	24	0	28	30	50	19	23	135	188	556
VGT	64	34	28	0	30	59	9	6	136	192	558
<b>VIG</b>	<b>36</b>	<b>49</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>29</b>	<b>26</b>	<b>30</b>	<b>112</b>	<b>183</b>	<b>525</b>
UUP	16	71	50	59	29	0	53	58	91	175	602
IMCG	60	29	19	9	26	53	0	5	135	191	527
NULG	64	30	23	6	30	58	5	0	138	193	547
XLE	78	150	135	136	112	91	135	138	0	143	1119
BOIL	163	186	188	192	183	175	191	193	143	0	1615

За дендрограмою можемо припустити наявність трьох кластерів, тож перевіримо це за допомогою метода k-середніх (рис. 3.4).

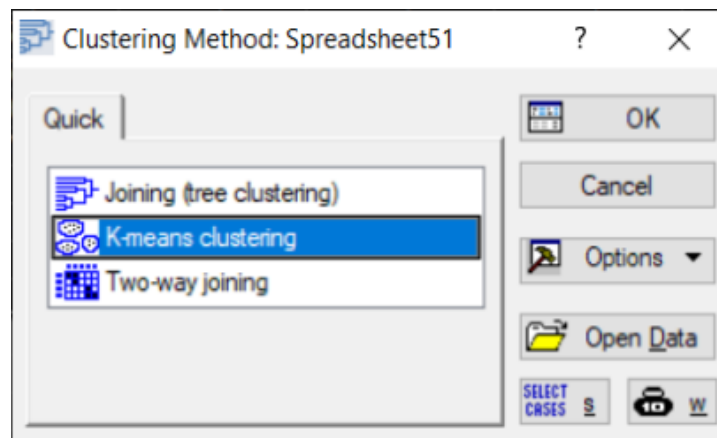


Рис. 3.4. Панель вибору метода k-середніх

Розглянемо середні значення показників, що представлені на рис. 3.5.

Variable	Cluster Means (Spreadsheet51)		
	Cluster No. 1	Cluster No. 2	Cluster No. 3
x1	109,2800	-21,8933	34,18000
x2	13,8400	-22,4350	33,58333
x3	-31,8000	7,3067	7,61000
x4	-41,5400	10,3683	4,65667
x5	0,0200	-0,7183	1,32000
x6	142,2100	29,7633	21,40000

Рис. 3.5. Середні значення станів кластерів

Можемо побачити, що кластер №1 є найбільш волатильним, але має найбільшу дохідність з початку 2022 року. Кластер №3 є найбільш стабільним, так як за всі періоди він має додатну дохідність, на відміну від кластера №1 та №2. Графік середніх значень показників наведений на рис. 3.6.

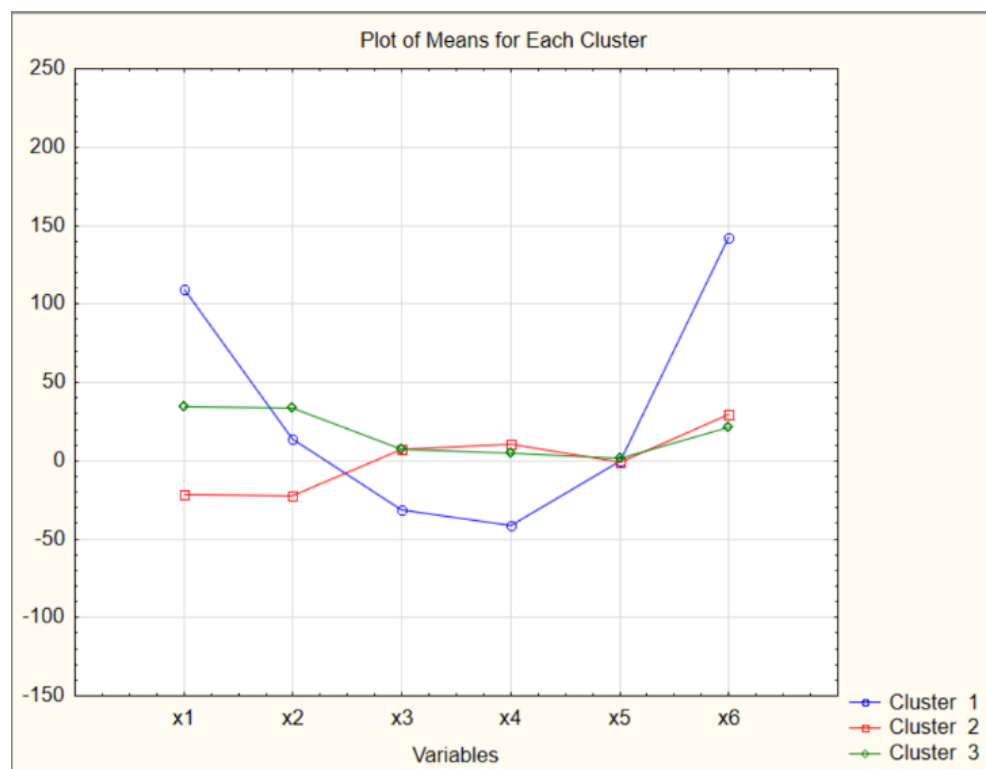


Рис. 3.6. Графік середніх значень кластерів

На рис. 3.7 можемо побачити дисперсійний аналіз оцінки значущості показників.

Analysis of Variance (Spreadsheet51)						
Variable	Between SS	df	Within SS	df	F	signif. p
x1	17675,46	2	2409,085	7	25,67950	0,000598
x2	6554,96	2	2876,688	7	7,97527	0,015670
x3	1383,71	2	523,731	7	9,24708	0,010847
x4	2315,65	2	284,856	7	28,45212	0,000435
x5	8,31	2	0,959	7	30,32947	0,000356
x6	12090,97	2	623,237	7	67,90095	0,000026

Рис. 3.7. Дисперсійний аналіз

Як видно з рис. 3.7, гіпотеза про значну диференціацію елементів кластера за наведеними вище показниками підтверджується з 98-99% рівнем довірчої ймовірності.

Описові статистики (середнє, середнє квадратичне відхилення та дисперсія) представлені на рис. 3.8).

Descriptive Statistics for Cluster 1 (Spreadsheet51)			
Cluster contains 1 cases			
Variable	Mean	Standard Deviation	Variance
x1	109,2800	0,00	0,00
x2	13,8400	0,00	0,00
x3	-31,8000	0,00	0,00
x4	-41,5400	0,00	0,00
x5	0,0200	0,00	0,00
x6	142,2100	0,00	0,00

Descriptive Statistics for Cluster 2 (Spreadsheet51)			
Cluster contains 6 cases			
Variable	Mean	Standard Deviation	Variance
x1	-21,8933	7,73513	59,8322
x2	-22,4350	10,03447	100,6905
x3	7,3067	9,95862	99,1741
x4	10,3683	7,47588	55,8887
x5	-0,7183	0,25988	0,0675
x6	29,7633	7,45526	55,5808

Descriptive Statistics for Cluster 3 (Spreadsheet51)			
Cluster contains 3 cases			
Variable	Mean	Standard Deviation	Variance
x1	34,18000	32,48018	1054,962
x2	33,58333	34,44732	1186,618
x3	7,61000	3,73233	13,930
x4	4,65667	1,64506	2,706
x5	1,32000	0,55749	0,311
x6	21,40000	13,14025	172,666

Рис. 3.8. Описові статистики кластерів

Далі визначимо склад кожного кластеру та відстань членів кластерів до центру (рис. 3.9)[24].

Members of Cluster Number 1 (Spreadsheet51) and Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 1 cases	
linkage	Distance
BOIL	0.00

Members of Cluster Number 2 (Spreadsheet51) and Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 6 cases	
linkage	Distance
MCHI	10.69473
XMEM	6.06405
VGT	5.54562
VIG	10.41253
IMCG	2.09094
NULG	3.82949

Members of Cluster Number 3 (Spreadsheet51) and Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 3 cases	
linkage	Distance
ERO	8.97852
UUP	14.25430
XLE	22.94775

Рис. 3.9. Склад кластерів

Таким чином, можемо зробити висновок про те, що найбільш інвестиційно привабливим є кластер №3, у складі якого є наступні ETF: ERO, UUP та XLE. Вони мають додатну дохідність за весь період аналізу; їх дохідність за останній рік перевищує волатильність; коефіцієнт Шарпа дорівнює в середньому 1,32, тобто їх дохідність достатньо компенсує ризик інвестора.

Для більш агресивного інвестування може підійти кластер №1, у складі якого єдиний ETF - BOIL. Цей індексний фонд показує велику дохідність з початку 2022 року, але є дуже волатильним та коефіцієнт Шарпа дорівнює 0,02, що є суттєво меншим, ніж той же показник у складі третього кластеру.

### 3.2. Моделі аналізу інвестицій в індексні фонди

Відповідно до запропонованої в 1.4 концептуальної схеми дослідження (рис. 1.19) на останньому етапі здійснюється розробка моделі аналізу інвестицій в ETF.

Теоретичні аспекти побудови моделі наведені в [25] .

Побудуємо модель оптимізації інвестиційного портфеля з індексних фондів, що були обрані у попередньому розділі, а саме: ERO, UUP, XLE - з кластера №3 та BOIL - з кластера №1.

Зберемо дані щодо котирувань обраних ETF за період з січня 2021 року до листопада 2022 року. Вихідні дані представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

## Вихідні дані за обраними ETF

t	ERO	UUP	XLE	BOIL
Листопад 2022	250,42	28,89	92,99	51,23
Жовтень 2022	236,08	30,03	90	41,57
Вересень 2022	222,46	30,15	72,02	53,66
Серпень 2022	237,38	29,11	80,5	103,38
Липень 2022	249,96	28,29	78,42	88,03
Червень 2022	232,49	27,96	71,51	42,1
Травень 2022	252,03	27,21	87,2	103,5
Квітень 2022	253,77	27,57	75,15	88,2
Березень 2022	255,13	26,3	76,44	56,31
Лютий 2022	252,31	25,88	70,58	35,25
Січень 2022	261,07	25,87	65,92	45,97
Грудень 2021	268,47	25,63	55,5	26,09
Листопад 2021	255,15	25,7	54,59	41,8
Жовтень 2021	261,84	25,25	57,47	66,55
Вересень 2021	249,68	25,31	52,09	82,3
Серпень 2021	257,9	24,89	48,4	49,78
Липень 2021	252,83	24,77	49,39	41,14
Червень 2021	248,66	24,83	53,87	37,17
Травень 2021	244,16	24,22	52,21	24,47
Квітень 2021	237,6	24,58	49,39	24,42
Березень 2021	232,67	25,12	49,06	21,2
Лютий 2021	218,6	24,52	48,15	24,82
Січень 2021	213,04	24,42	39,32	21,4

Побудова ризиковано-ефективної моделі передбачає: розрахунок дохідності ETF, побудова моделі оптимального портфелю Марковіца при мінімальному ризику та заданій ефективності, побудова моделі оптимального портфелю Марковіца при максимальній ефективності та заданого ризику, побудова ризиковано-ефективної моделі [25]. Обробку даних здійснюватимемо в середовищі Microsoft Excel.

Визначимо дохідність кожного ETF за заданим періодом часу. Результати розрахунку представлені на рис. 3.10.

t	ERO	UUP	XLE	BOIL
Листопад 2022	0,06	-0,04	0,03	0,23
Жовтень 2022	0,06	0,00	0,25	-0,23
Вересень 2022	-0,06	0,04	-0,11	-0,48
Серпень 2022	-0,05	0,03	0,03	0,17
Липень 2022	0,08	0,01	0,10	1,09
Червень 2022	-0,08	0,03	-0,18	-0,59
Травень 2022	-0,01	-0,01	0,16	0,17
Квітень 2022	-0,01	0,05	-0,02	0,57
Березень 2022	0,01	0,02	0,08	0,60
Лютий 2022	-0,03	0,00	0,07	-0,23
Січень 2022	-0,03	0,01	0,19	0,76
Грудень 2021	0,05	0,00	0,02	-0,38
Листопад 2021	-0,03	0,02	-0,05	-0,37
Жовтень 2021	0,05	0,00	0,10	-0,19
Вересень 2021	-0,03	0,02	0,08	0,65
Серпень 2021	0,02	0,00	-0,02	0,21
Липень 2021	0,02	0,00	-0,08	0,11
Червень 2021	0,02	0,03	0,03	0,52
Травень 2021	0,03	-0,01	0,06	0,00
Квітень 2021	0,02	-0,02	0,01	0,15
Березень 2021	0,06	0,02	0,02	-0,15
Лютий 2021	0,03	0,00	0,22	0,16
<b>Середня дохідність</b>	<b>0,00828</b>	<b>0,00786</b>	<b>0,04489</b>	<b>0,12646</b>

Рис. 3.10. Дохідність заданих ETF

Далі розрахуємо матрицю коваріацій та дисперсію кожного ETF (рис. 3.11). Матрицю коваріацій дохідностей знайдемо за допомогою функції КОВАР(масив1; масив2).

Матриця коваріацій	0,0018	-0,0004	0,0018	0,0041
	-0,0004	0,0004	-0,0007	0,0005
	0,0018	-0,0007	0,0103	0,0168
	0,0041	0,0005	0,0168	0,1835
Дисперсія	0,0019	0,0004	0,0108	0,1923

Рис. 3.11. Матриця коваріації та дисперсія

Результати усіх проміжних розрахунків, а також компоненти початкового плану наведені на рис. 3.12.

					Сума	
Xt	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	100,00%	75% від макс. дохідності
XtV	0,001824	-0,000067	0,007058	0,051194	Ефективність	0,047
XiDi	0,002071	0,001966	0,011223	0,031615		0,09484600
					Ціль	125% від мін. Ризику
				XtVX	0,0004561229	0,2403135953

Рис. 3.12. Результати розрахунків і початковий план

Для пошуку функції, що забезпечує мінімальний ризик при заданій ефективності, скористаємося надбудовою “Пошук рішення”. Діалогове вікно представлено на рис. 3.13, а результати розрахунку можемо побачити на рис. 3.14.

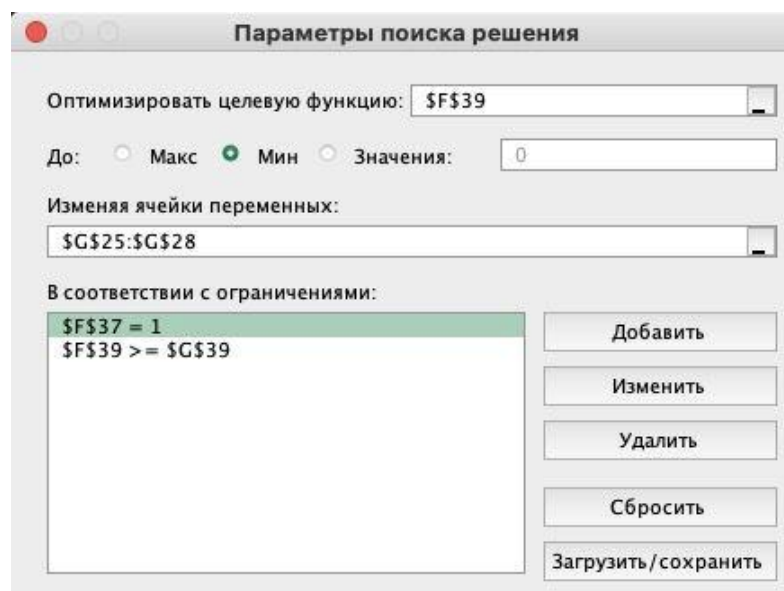


Рис. 3.13. Діалогове вікно пошуку рішення за мінімальним ризиком

					Сума	
Xt	0,07%	1,49%	36,49%	61,95%	100,00%	75% від макс. дохідності
XtV	0,003180	0,000033	0,014141	0,119806	Ефективність	0,095
XiDi	0,000006	0,000117	0,016381	0,078342		0,09484600
					Ціль	125% від мін. Ризику
				XtVX	0,0000021400	0,2403135953

Рис. 3.14. Оптимальний план за мінімальним ризиком

Тобто, для мінімізації ризику інвестиції необхідно розподілити інвестиції таким чином: 61,95% - VOIL, 36,49% - XLE, 1,49% - UUP, 0,07% - ERO. Лідерами цього інвестиційного портфелю є ETF енергетичного сектору економіки.

Далі будемо модель з максимальним рівнем дохідності при заданому ризику



за аналогією (рис. 3.15-3.16).

Рис. 3.15. Діалогове вікно пошуку рішення за максимальною доходністю

					Сума	
Xt	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	75% від макс.
XtV	0,004062	0,000451	0,016752	0,183512	Ефективність	дохідності
XiDi	0,000000	0,000000	0,000000	0,126461	0,126	0,09484600
					Ціль	
					Ризик	125% від мін. Ризику
				XtVX	0,0000000000	0,2403135953

Рис. 3.16. Оптимальний план за максимальною доходністю

У випадку отримання максимального прибутку інвестор повинен 100% свого капіталу вкласти у VOIL ETF.

Наступним кроком побудуємо ризиковано-ефективну модель, де інвестору не потрібно розмірковувати щодо допустимого рівня ризику. Будуємо також за допомогою “Пошуку рішення” за тими ж принципами. Оптимальний план можемо побачити на рис. 3.17.

					Сума	
Xt	14,59%	68,59%	14,51%	2,30%	100,00%	75% від макс.
XtV	0,000341	0,000116	0,001680	0,007561	Ефективність	дохідності
XiDi	0,001209	0,005393	0,006516	0,002914	0,016	0,09484600
					Ціль	
					Ризик	125% від мін. Ризику
				XtVX	0,0000497755	0,2403135953
					Ризик	сума
X2V2	4,05514E-05	0,000191239	0,000228144	0,000102056	0,000561991	
Ціль	1,481829358					

Рис. 3.17. Оптимальний план ризиковано-ефективної моделі

Отже, для отримання максимально прибутку при мінімальному рівні ризику, інвестору треба розподілити капітал між заданими ETF так: 68,59% - UUP, 14,59% - ERO, 14,51% - XLE та 2,3% - BOIL.

На основі отриманих розрахунків побудуємо інвестиційний портфель з урахуванням комісій та дивідендів, що виплачують фонди (представлені в таблиці 3.3).

Таблиця 3.3

## Комісія та дивіденди ETF

ETF	ERO	UUP	XLE	BOIL
Комісія	0,10%	0,75%	0,13%	1,31%
Дивіденди	0	0	3,33%	0

Припустимо, нам потрібно інвестувати 10000\$ в обраний портфель - розподілимо інвестиції, розрахуємо планований прибуток на основі розрахунків із розділу 2.3 та врахуємо комісію і дивіденди фондів. Результати розрахунків представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

## Результати розрахунків інвестування в ETF

ETF	ERO	UUP	XLE	BOIL
% інвестицій	14,59	68,59	14,51	2,3
Сума інвестицій, \$	1459,00	6859,00	1451,00	230,00
Прибуток у вересні 2023 р., %	3,75	13,07	23,92	37,67
Прибуток у вересні 2023 р., \$	54,71	896,47	347,08	86,64
Дивіденди	0	0	48,32	0
Комісія	0,05	6,72	0,45	1,13
Усього прибуток, \$	54,66	889,75	394,95	85,51

Таким чином, зі вкладених 10000\$ у листопаді 2022 року інвестор отримає 1424,86\$, що складає 14,29%. Це близько 17,15\$ річних.

Порівняємо дохідність ETF з іншими інструментами інвестування: депозити в

банках, інвестиції в нерухомість, дорогоцінні метали (золото та платіна) та криптовалюту (Bitcoin).

За депозитами в банках та інвестиціями в нерухомість було взято середнє значення річних, за дорогоцінними металами та криптовалютою - дохідність за рік (з листопада 2021 року до листопада 2022 року). Результати можемо побачити у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

#### Порівняння дохідності інвестиційних інструментів

Інвестиції	Дохідність, % річних
ETF	17,15
Депозити в банках	10,9
Золото	12,09
Платіна	8,9
Нерухомість	15
Bitcoin	-251

Можемо говорити про те, що в даному випадку інвестиції в індексні фонди є найбільш прибутковими та цікавими.

## ВИСНОВКИ

Метою дослідження була побудова моделей прогнозування прибутковості інвестиційних інструментів, за допомогою яких можна оптимізувати інвестиційний портфель.

Таким чином, було розглянуто теоретичні основи фондового ринку та його структуру, зміст та види індексних фондів.

Також були розглянуті особливості побудови економетричних моделей динаміки та розроблені моделі дохідності індексних фондів, а саме: проаналізовано ряди динаміки та побудовано прогнозні значення індексних фондів на наступні періоди.

За результатами побудови економетричних моделей динаміки можемо зробити висновок про те, що найбільш інвестиційно привабливими є наступні ETF: BOIL, XLE та UUP. За період з листопада 2022 року до вересня 2023 року, тобто 10 місяців, ETF матимуть таку дохідність: BOIL - 37,67%, XLE - 23,92%, UUP - 13,07%. Менш привабливими, але дохідними є: IMCG - 6,28%, ERO - 3,75%, VIG - 1,04% та NULG - 0,67%.

За допомогою кластерного аналізу було проведено аналіз характеристик індексних фондів та згруповано ETF за кластерами. Найбільш цікавим виявився кластер №3, до складу якого входять: ERO, UUP, XLE. Також можна взяти до уваги кластер №1, у складі якого знаходиться єдиний ETF BOIL. Результати кластерного аналізу в більшій частині збігаються з результатами прогнозування дохідності індексних фондів.

Також були побудовані інвестиційні портфелі з максимальним рівнем дохідності при заданому ризику, з мінімальним рівнем ризику при заданій дохідності та ризиково-ефективний портфель для інвестицій в ETF. При побудові різних видів портфелю було виявлено, що найбільш дохідними, але і найбільш ризикованими є інвестиції в індексний фонд BOIL. Інші індексні фонди є менш ризикованими і при цьому менш дохідними.

Побудувавши ризиково-ефективний портфель, можемо говорити про те, що

інвестиції потрібно розподілити наступним чином: 68,59% - UUP, 14,59% - ERO, 14,51% - XLE та 2,3% - VOIL. При прогнозованому рівні доходності ETF у вересні 2023 року інвестор отримає 14,29% прибутку.

Було порівняно різні інвестиційні інструменти: депозити, нерухомість, дорогоцінні метали та криптовалюту з індексними фондами, після чого можна зробити висновок, що в даний період часу ETF - найбільш вигідний спосіб для інвестування своїх активів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. What Is the Stock Market, What Does It Do, and How Does It Work?: вебсайт. URL: <https://www.investopedia.com/terms/s/stockmarket.asp> (дата звернення: 18.09.2022).
2. [Faten Ben Slimane](#). The Structural Evolution of Stock Exchanges. *ISEOR. Recherches en Sciences de Gestion*, 2012/6. №93. р. 49 - 71. URL: <https://www.cairn.info/revue-recherches-en-sciences-de-gestion-2012-6-page-47.htm> (дата звернення: 19.09.2022).
3. SPDR MSCI Europe UCITS ETF: вебсайт. URL: [https://www.ssga.com/uk/en\\_gb/institutional/etfs/funds/spdr-msci-europe-ucits-etf-ero-fp](https://www.ssga.com/uk/en_gb/institutional/etfs/funds/spdr-msci-europe-ucits-etf-ero-fp) (дата звернення: 19.09.2022).
4. SPDR MSCI Europe UCITS ETF: вебсайт. URL: <https://markets.ft.com/data/etfs/tearsheet/holdings?s=ERO:LSE:GBP> (дата звернення: 19.09.2022).
5. iShares MSCI China ETF: вебсайт. URL: <https://www.ishares.com/us/products/239619/ishares-msci-china-etf> (дата звернення: 20.09.2022).
6. Xtrackers MSCI Emerging Markets Swap UCITS ETF: вебсайт. URL: <https://www.bloomberg.com/quote/XMEM:GR> (дата звернення: 20.09.2022).
7. EEM - iShares MSCI Emerging Markets ETF: вебсайт. URL: [https://seekingalpha.com/symbol/EEM?gclid=CjwKCAiAyfybBhBKEiwAgtB7fmrDnXcAwad9oK1IOyFXqsUrSqDMww5F3kooEqRhoal\\_IqEVS00RkBoCZy8QAvD\\_BwE&internal\\_promotion=true&utm\\_campaign=14926960698&utm\\_medium=cpc&utm\\_source=google&utm\\_term=127894703426%5Edsa-402690192841%5E%5E552341146519%5E%5E%5Eg](https://seekingalpha.com/symbol/EEM?gclid=CjwKCAiAyfybBhBKEiwAgtB7fmrDnXcAwad9oK1IOyFXqsUrSqDMww5F3kooEqRhoal_IqEVS00RkBoCZy8QAvD_BwE&internal_promotion=true&utm_campaign=14926960698&utm_medium=cpc&utm_source=google&utm_term=127894703426%5Edsa-402690192841%5E%5E552341146519%5E%5E%5Eg) (дата звернення: 20.09.2022).
8. iShares MSCI Emerging Markets ETF: вебсайт. URL: <https://markets.ft.com/data/etfs/tearsheet/holdings?s=EEM:PCQ:USD> (дата звернення: 21.09.2022).

9. Vanguard Information Technology ETF: вебсайт. URL: <https://www.bloomberg.com/quote/VGT:US> (дата звернення: 21.09.2022).
10. VGT - Vanguard Information Technology ETF: вебсайт. URL: <https://seekingalpha.com/symbol/VGT> (дата звернення: 21.09.2022).
11. Vanguard Information Technology ETF: вебсайт. URL: <https://markets.ft.com/data/etfs/tearsheet/summary?s=VGT:PCQ:USD> (дата звернення: 23.09.2022).
12. Vanguard Dividend Appreciation Index Fund ETF Shares: вебсайт. URL: <https://markets.ft.com/data/etfs/tearsheet/summary?s=VIG:PCQ:USD> (дата звернення: 23.09.2022).
13. VIG - Vanguard Dividend Appreciation ETF: вебсайт. URL: <https://seekingalpha.com/symbol/VIG> (дата звернення: 23.09.2022).
14. Vanguard Dividend Appreciation ETF: вебсайт. URL: <https://www.bloomberg.com/quote/VIG:US> (дата звернення: 24.09.2022).
15. VNQ. Vanguard Real Estate ETF: вебсайт. URL: <https://investor.vanguard.com/investment-products/etfs/profile/vnq#portfolio-composition> (дата звернення: 24.09.2022).
16. Vanguard Real Estate ETF: вебсайт. URL: <https://www.bloomberg.com/quote/VNQ:US> (дата звернення: 24.09.2022).
17. UUP - Invesco DB USD Bullish ETF: вебсайт. URL: <https://seekingalpha.com/symbol/UUP> (дата звернення: 24.09.2022).
18. iShares Morningstar Mid-Cap Growth ETF: вебсайт. URL: <https://www.ishares.com/us/products/239583/> (дата звернення: 27.09.2022).
19. NULG - NuShares ETF Trust - Nuveen ESG Large-Cap Growth ETF : вебсайт. URL: <https://seekingalpha.com/symbol/NULG> (дата звернення: 27.09.2022).
20. Nuveen ESG Large-Cap Growth ETF: вебсайт. URL: <https://www.bloomberg.com/quote/NULG:US> (дата звернення: 27.09.2022).
21. XLE - Energy Select Sector SPDR ETF: вебсайт. URL: <https://seekingalpha.com/symbol/XLE> (дата звернення: 27.09.2022).
22. ProShares Ultra Bloomberg Natural Gas: вебсайт. URL:

- <https://www.bloomberg.com/quote/BOIL:US> (дата звернення: 27.09.2022).
23. Т. С. Клебанова, В. А. Курзенев, В. М. Наумов та ін. Прогнозування соціально-економічних процесів : навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.030502 "Економічна кібернетика" денної форми навчання. Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2015. – 656 с.
24. Т. С. Клебанова, Л. С. Гур'янова, Л. О. Чаговець та ін. Методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни "Методи економіко-статистичних досліджень". Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2018. – 272 с.
25. Методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни "Актуальні проблеми моделювання економіки" для студентів напряму підготовки 6.030502 "Економічна кібернетика" денної форми навчання / укл. Т. С. Клебанова, Л. С. Гур'янова, С. В. Прокопович. Харків. : Вид. ХНЕУ, 2013. – 52 с.
26. Боровиков В. П. Популярне введення в програму STATISTICA.: Комп'ютер Прес, 1998. – 194 с.
27. Пістунов І.М., Антонюк О.П., Турчанінова І.Ю. Кластерний аналіз в економіці: Навч. посібник. Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2008. – 27 с.
28. The Best- and Worst-Performing ESG Funds of 2022: вебсайт. URL: [https://www.barrons.com/articles/best-and-worst-sustainable-funds-51668638595?refsec=funds&mod=topics\\_funds](https://www.barrons.com/articles/best-and-worst-sustainable-funds-51668638595?refsec=funds&mod=topics_funds) (дата звернення: 05.09.2022).
29. What is an ETF? : вебсайт. URL: <https://www.investing.com/academy/etfs/what-is-an-etf/> (дата звернення: 05.09.2022).
30. These Funds Promise Protection in a Down Market. It's Working : вебсайт. URL: [https://www.barrons.com/articles/funds-etfs-protection-stock-market-downturn-51658960152?refsec=funds&mod=topics\\_funds](https://www.barrons.com/articles/funds-etfs-protection-stock-market-downturn-51658960152?refsec=funds&mod=topics_funds) (дата звернення: 05.09.2022).
31. These 9 Funds Can Ease You Back Into Growth Stocks : вебсайт. URL: [https://www.barrons.com/articles/9-growth-funds-for-rocky-times-51655324084?refsec=funds&mod=topics\\_funds](https://www.barrons.com/articles/9-growth-funds-for-rocky-times-51655324084?refsec=funds&mod=topics_funds) (дата звернення: 06.09.2022).
32. The 60/40 Portfolio Is Having Its Worst Year Ever. What to Buy Instead : вебсайт.



- URL: [https://www.barrons.com/articles/stocks-bonds-portfolio-investing-51652394644?refsec=funds&mod=topics\\_funds](https://www.barrons.com/articles/stocks-bonds-portfolio-investing-51652394644?refsec=funds&mod=topics_funds) (дата звернення: 06.09.2022).
33. Look to Multi-Factor, Smart Beta ETFs to Enhance Your Core Portfolio : вебсайт. URL: <https://www.etftrends.com/look-to-multi-factor-smart-beta-etfs-to-enhance-your-core-portfolio/> (дата звернення: 06.09.2022).
34. Growth of ETFs in Challenging 2022 Displays Maturation : вебсайт. URL: <https://www.etftrends.com/active-etf-channel/growth-of-etfs-in-challenging-2022-displays-maturation/> (дата звернення: 06.09.2022).
35. Why Launch an ETF? : вебсайт. URL: <https://www.etftrends.com/etf-strategist-channel/why-launch-an-etf/> (дата звернення: 06.09.2022).
36. ETFs Find a Role in a Long-Term Portfolio : вебсайт. URL: <https://www.etf.com/sections/features-and-news/etfs-find-role-long-term-portfolio> (дата звернення: 06.09.2022).
37. Стаття «ETFs Find a Role in a Long-Term Portfolio : вебсайт. URL: [https://www.gurufocus.com/news/702279/are-etfs-a-good-way-to-invest-?gclid=Cj0KCQiA-JacBhC0ARIsAIXybyPхw0aS8V9Q1Gc0zIYjOorAphjs9p5mUvuAyXgLPj84Y34W04tUTYMaAhCWEALw\\_wcB](https://www.gurufocus.com/news/702279/are-etfs-a-good-way-to-invest-?gclid=Cj0KCQiA-JacBhC0ARIsAIXybyPхw0aS8V9Q1Gc0zIYjOorAphjs9p5mUvuAyXgLPj84Y34W04tUTYMaAhCWEALw_wcB) (дата звернення: 04.09.2022).
38. The Advantages of ETF Investing : вебсайт. URL: <https://www.justetf.com/en/news/etf/the-advantages-of-etf-investing.html> (дата звернення: 06.09.2022).
39. What are ETFs and should you invest in them? : вебсайт. URL: <https://www.cnbc.com/select/what-are-etfs-should-you-invest/> (дата звернення: 04.09.2022).
40. Best ETFs for November 2022 and How to Invest? : вебсайт. URL: <https://www.nerdwallet.com/article/investing/how-to-invest-in-etf-exchange-traded-fund> (дата звернення: 04.09.2022).
41. Т. С. Клебанова, Л. С. Гур'янова, Л. О. Чаговець та ін. Бізнес-аналітика багатовимірних процесів: навчальний посібник. Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2018. – 272 с.

## Додаток А

Таблиця А.1

Котирування ETF за період січень 2021 р. - листопад 2022 р.

Дата / Вартість	ERO, \$	MCHI, \$	XMEM, \$	VGT, \$	VIG, \$	UUP, \$	IMCG, \$	NULG, \$	XLE, \$	BOIL, \$
Січень 2021	213,04	87,22	58,76	351,3	137,05	24,42	63,56	56,37	39,32	21,4
Лютий 2021	218,6	86,81	58,93	356,5	139,21	24,52	64,78	57,47	48,15	24,82
Березень 2021	232,67	81,42	58,07	358,49	147,08	25,12	63,03	57,98	49,06	21,2
Квітень 2021	237,6	81,7	59,32	376,94	153,01	24,58	66,56	61,41	49,39	24,42
Травень 2021	244,16	81,56	60,57	372,28	155,7	24,22	65,97	60,9	52,21	24,47
Червень 2021	248,66	82,16	60,63	398,77	154,79	24,83	68,89	64,52	53,87	37,17
Липень 2021	252,83	71,03	56,94	412,21	159,72	24,77	70,35	66,56	49,39	41,14
Серпень 2021	257,9	70,55	57,14	426,68	162,39	24,89	72,49	69,78	48,4	49,78
Весерень 2021	249,68	67,3	55,62	401,29	153,6	25,31	68,88	65,45	52,09	82,3
Жовтень 2021	261,84	69	56,78	434,16	164,25	25,25	74,18	72,01	57,47	66,55
Листопад 2021	255,15	64,99	53,85	447,69	161,99	25,7	71,8	71,16	54,59	41,8
Грудень 2021	268,47	62,56	54,43	458,17	171,75	25,63	73,24	68,57	55,5	26,09
Січень 2022	261,07	62,39	54,03	422,26	162,64	25,87	64,72	60,49	65,92	45,97
Лютий 2022	252,31	58,41	52,16	403,91	158,08	25,88	63,77	58,04	70,58	35,25
Березень 2022	255,13	52,71	51,07	416,48	162,16	26,3	64,28	60,73	76,44	56,31
Квітень 2022	253,77	50,29	48,44	367,2	153,86	27,57	57,82	53,63	75,15	88,2
Травень 2022	252,03	51,61	48,3	361,1	153,75	27,21	56,67	52,15	87,2	103,5

Червень 2022	232,49	55,81	45,56	326,55	143,47	27,96	51,94	48,2	71,51	42,1
Липень 2022	249,96	49,69	44,91	370,2	153,22	28,29	57,74	53,94	78,42	88,03
Серпень 2022	237,38	49,69	44,97	349,28	147,93	29,11	55,64	51,04	80,5	103,38
Вересень 2022	222,46	42,56	39,94	307,37	135,16	30,15	50,38	46,1	72,02	53,66
Жовтень 2022	236,08	35,58	38,39	330,2	148,62	30,03	53,79	49,3	90	41,57
Листопад 2022	250,42	42,85	42,42	338,49	155,53	28,89	55,68	50,62	92,99	51,23