

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет ракетно – космічної техніки

Кафедра вищої математики та системного аналізу

Пояснювальна записка до дипломного проекту

магістра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Системний аналіз застосування 3-факторної моделі Fama-French для фінансового моделювання інвестицій у компанії телекомунікаційного сектору»

XAI.405. 463м.124.1404042.190

Виконав: студент 6 курсу групи № 463м

напряму підготовки (спеціальності)

напрямок 124– «Системний аналіз»

(шифр і назва напряму підготовки (спеціальності))

Пірожкова А.Д.

(прізвище й ініціали студента)

Керівник: Рвачов В.О.

(прізвище й ініціали)

Рецензент: Колодяжний В.М.

(прізвище й ініціали)

Харків – 2019

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту: 60 с., 5 ч., 14 табл., 16 рис., 30 джерел.

3 – ФАКТОРНА МОДЕЛЬ, ФАМА-ФРЕНЧ, КАПІТАЛОВКЛАДЕННЯ, АКЦІЇ

Об'єкт дослідження – 3 – факторна модель капіталовкладення Фама-Френч.

Мета даної роботи – отримати нечіткі коефіцієнти 3-факторної моделі Fama – French за допомогою дослідження компаній на телекомунікаційному секторі фондового ринку..

Методи дослідження: методи часових рядів, методи просторової вибірки, методи факторного аналізу.

Розглянута проблема має достатній ступінь новизни, а також практичну спрямованість більшості публікацій.

У роботі були проведені такі дослідження об'єкта як:

- морфологічний опис системи
- функціональне опис системи
- інформаційне опис системи

При функціональному описі об'єкта були визначені його функції основної з яких є функція самого об'єкта дослідження: допомагає спрогнозувати прибутковість акцій і вкласти кошти максимально ефективно.

Було представлено модельне опис об'єкта і відображено його рівняння з описом елементів моделі.

Також було проведено чисельне дослідження, на основі результату яких зроблено аналіз даної моделі щодо її ефективності.

Зроблено економічні підрахунки, визначені прибуток та витрати на проведення дослідження.

Зроблені висновки щодо проведеного аналізу і обраних компаній.

ABSTRACT

Explanatory note to the diploma project: 60 p., 5 h., 14 p., 16 pics, 30 sources.

3 - FACTOR MODEL, FAMA-FRENCH, CAPITAL SUPPLY, PROMOTIONS

Object of research - 3 - factor investment model of the Fama-French.

The purpose of this work is to develop recommendations for improving the stock market through a 3 - factor model.

Methods of research: methods of time series, methods of spatial sampling, methods of factor analysis.

The problem considered has a sufficient degree of novelty, as well as the practical orientation of most publications.

In the work, the following object studies were conducted as:

- morphological description of the system
- functional description of the system
- Information system description

In the functional description of the object were identified its functions of the main of which is the function of the object itself research: helps predict profitability of stocks and invest money as efficiently as possible.

A model description of the object was presented and its equation with the description of the elements of the model is represented.

A numerical study was also conducted on the basis of which the analysis of this model for its effectiveness was made.

Economic calculations, defined profit and expenses for conducting research are made.

Зміст

ВСТУП.....	7
1 ТЕОРИТИЧНІ ОСНОВИ МОДЕЛІ ЦІНОУТВОРЕННЯ АКТИВІВ ФАМА- ФРЕНЧА	9
1.1 Факторні моделі	9
1.2 Передумови появи 3-факторної моделі	10
1.3 Проблеми та основні недоліки 3-факторної моделі.....	12
1.4 Обґрунтування вибору окремого сектору компаній.....	14
1.5 Актуальність роботи	15
1.6 Деяка література	15
1.7 Цілі і завдання дипломної роботи.....	16
1.8 Об'єкт і предмет дослідження.....	17
2 ОПИС ФАКТОРНОЇ МОДЕЛІ С ТОЧКИ ЗОРУ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ.....	18
2.1 Об'єкт дослідження	18
2.2 Морфологічний (структурний) аналіз досліджуваного об'єкта	20
2.3 Функціональний аналіз досліджуваного об'єкта	22
2.4 Інформаційний опис системи	24
2.5 Дослідження класифікації системи.....	26
3 МОДЕЛЬНЕ ПОДАННЯ	29
3.1 Модель об'єкта і його рівняння.....	29
3.2 Опис елементів моделі.....	29
3.2.1 SMB.....	30
3.2.2 HML	31
3.5 Вхідні та вихідні величини.....	31
3.3 НЕТОЧНІ(ГРУБІ) МНОЖИНИ.....	32

3.4 СМА	33
3.4 Твердження авторів моделі	33
4 ЧИСЕЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ	34
4.1 Груба теорія множин	34
4.2 Лінійна регресія	35
4.1.1 Метод найменших квадратів	36
4.1.2 Розрахунок нечітких факторів та отримання інформації.....	37
4.2 Програмний продукт	40
4.3 Результати обчислення.....	42
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	43
5.1 Опис програмного продукту.....	43
5.2 Розрахунок заробітної платні та трудомісткість робіт.....	43
5.3 Виконавці роботи.....	44
5.4 Перелік роботи для створення програмного продукту	44
5.5 Розрахунок витрат на матеріали, комплектуючі, оренду приміщення та електроенергію.....	47
5.6 Розрахунок собівартості та повної вартості програмного продукту	50
5.7 Альтернативний процес розробки програмного продукту.....	51
5.8 Розрахунок заробітної плати альтернативного процесу.....	53
5.9 Перелік необхідного обладнання для створення програмного продукту альтернативного процесу	54
5.10 Розрахунок собівартості та повної вартості програмного продукту альтернативного процесу	54
Висновок	55
Висновок.....	57

Список використаної літератури.....	59
-------------------------------------	----

ВСТУП

Дипломна робота присвячена актуальній проблемі - аналіз 3-факторної моделі капіталовкладення Фама-Френч для підвищення її ефективності.

Актуальність обраної теми зараз досить велика, так як очевидно, що модель працює краще 3 - факторної моделі, але є абсолютно неперевіреною і, отже, її не можна з упевненістю застосовувати для оцінки прибутковості на фондовому ринку.

Як об'єкт дослідження було обрано 3 – факторну модель капіталовкладення Фама-Френч. Вона є вдосконаленим варіантом моделі оцінки основного капіталу (CAPM) і пояснює прибутковість цінних паперів на основі п'яти факторів: Size, Value, Profitability, Investment і фактора ризику.

Метою даної роботи - розробити рекомендації для вдосконалення роботи фондового ринку за допомогою 3 – факторної моделі.

Відповідно до визначеної мети в даній роботі є такі задачі:

- Розробити рекомендації щодо використання 3 – факторної моделі;
- Провести морфологічний, функціональний та інформаційний аналіз факторної моделі;
- Розробка ПП для чисельного дослідження факторної моделі;
- Визначити достовірність результатів 3 – факторної моделі Fama і French.
- За можливістю, визначити групу компаній, для яких модель дає найкращий результат.

Проблема вибору відповідної моделі для визначення найбільш прибуткових акцій має достатній ступінь новизни, а також практичну спрямованість більшості публікацій.

Основними джерелами для наведеної роботи є научні роботи таких авторів, як Фама (Eugene F. Fama), Френч (Kenneth R. French), Alfred Mbairadjim Moussa, Jules Sadefo Kamdem і ін., Опубліковані у відомих американських

економічних виданнях Journal of Finance, Journal of Financial Economics, Journal of Portfolio Management і ін.

Аналіз робіт показав, що в реальному світі інвестори турбуються про безліч різних ризиків і тому, додавання ще двох чинників до трьохфакторної моделі - коефіцієнт рентабельності і інвестиційний фактор в модель ціноутворення капітальних активів (САРМ) може значно її поліпшити.

У роботі відзначається, що в майбутньому варто приділити більшу увагу на питання дослідження 3 – факторну моделі капіталовкладення Фама-Френч, так як немає гарантії, що вона буде працювати на всіх фондових ринках.

У першому розділі даної курсової роботи представлена інформація про актуальність даної теми, порівняння недоліків і переваг моделей САРМ і 3 – факторну моделі, визначено об'єкт, предмет, мета, завдання та методи дослідження.

У другому розділі проведено морфологічний, функціональний і інформаційний аналіз досліджуваного об'єкта. А також дослідження класифікації системи.

У третій главі описана модель об'єкта дослідження і його рівняння, стисло описані елементів моделі і визначені вхідні та вихідні величини даного об'єкта.

У четвертій главі описано алгоритм розрахування факторів моделі об'єкта дослідження, проаналізовано результати та зроблено висновки.

У п'ятій главі проведено економічні розрахунки роботи, підрахована вартість розробленого програмного продукту, а також визначені затрати на проведення досліджування.

У висновку описані результати наведеної роботи.

1 ТЕОРИТИЧНІ ОСНОВИ МОДЕЛІ ЦІНОУТВОРЕННЯ АКТИВІВ ФАМА-ФРЕНЧА

1.1 Факторні моделі

Фактор - це причина, рушійна сила будь-якого процесу або явища, що визначає його характер або одну з основних рис.

Факторна модель - це спосіб розкладання факторів, що впливають на норму прибутку цінного паперу, на складові частини, наприклад, загальний вплив і вплив, характерний тільки для акцій даної компанії.

Факторна модель являє собою спробу врахувати основні економічні сили, систематично впливають на курсову вартість всіх цінних паперів.

У факторних моделях передбачається, що прибутковість цінного паперу реагує на зміни різних чинників. У разі ринкової моделі передбачається, що є тільки один фактор - прибутковість ринкового індексу.

Однак для спроб точно оцінити очікувані прибутковості цінних паперів багатofакторні моделі потенційно більш корисні, ніж ринкова модель. Це пояснюється тим, що фактичні (дійсні) прибутковості з цінних паперів виявляються чутливими не тільки до зміни ринкового індексу, і в економіці, ймовірно, існує більше одного чинника, що впливає на прибутковість цінних паперів.

При побудові факторної моделі неявно передбачається, що прибутковість за двома цінними паперами корельовані (тобто змінюються злагоджено) тільки за рахунок загальної реакції на один або більше факторів, визначених в цій моделі.

Вважається, що будь-який аспект прибутковості цінних паперів, який немає пояснення моделлю, є унікальним або специфічним для даного цінного паперу і, отже, не корельовані з унікальними аспектам и прибутковостей інших цінних паперів.

В результаті факторна модель є потужним засобом управління портфелем інвестицій. Вона може дати необхідну інформацію для обчислення очікуваних прибутковостей, дисперсій і коваріацій для кожного цінного паперу. Вона також може бути використана для характеристики чутливості портфеля до змін факторів. [2]

На практиці всі інвестори явно або неявно застосовують факторні моделі. Це пов'язано з тим, що неможливо розглядати взаємозв'язок кожного цінного паперу з кожної іншої окремо.

Факторні моделі пропонують інвестиційним менеджерам метод, що дозволяє виділити в економіці важливі чинники і оцінити, наскільки різні цінні папери і портфелі інвестицій чутливі до змін цих факторів. [1]

Якщо прийняти, що прибутковості цінних паперів схильні до впливу одного чи більше факторів, то первинною метою аналізу цінних паперів є визначення цих факторів.

1.2 Передумови появи 3-факторної моделі

3 – факторна модель капіталовкладення Fama і French (2015) - модель оцінки прибутковості фінансових активів; є теоретичною основою для ряду різних фінансових технологій з управління прибутковістю і ризиком, які застосовуються при довгостроковому і середньостроковому інвестуванні в акції.

Ця 3 – факторна модель є вдосконаленим варіантом моделі CAPM.

Модель CAPM була запропонована в 1967 році У.Шарпом. І суттєво допомогла удосконалити положення економіці на фондовому ринку.

Незважаючи на свою користь, деякі дослідження, присвячені емпіричній перевірці моделі, показали значні відхилення між фактичними і розрахунковими даними, особливо якщо портфель сильно відхилився від центру ринку, що дає підстави для серйозної критики. Компанії з невеликою капіталізацією і

недооцінені компанії постійно отримували більш високий прибуток, ніж може пояснити CAPM. [1]

Трьохфакторна модель була запропонована в 1993 році Fama і French. Ця модель відрізняється від моделі CAPM лише в кількостях факторів (основні моменти наведені в таблиці 1). Якщо модель CAPM будується на підставі всього одного фактору - фактору ризику, то трьохфакторна має вже додаткові 2 фактора: розмір капіталізації і "book-to-market" - так званий коефіцієнт оцінки вартості (відношення балансової вартості до ринкової).

Ця модель пояснює збої CAPM, які розглядалися як аномалії, а також була широко протестована на інших ринках, що дозволило встановити її обґрунтованість.

Таблиця 1 – Характеристика моделей CAPM, 3-х факторної моделі

	CAPM	Трьохфакторна модель Fama та French
Фактори моделі	1. Фактор ризику прибутковості.	1. Фактор ризику прибутковості; 2. Розмір капіталізації; 3. Коефіцієнт оцінки вартості.
Недоліки	Існують відхилення між фактичними і розрахунковими даними, особливо в компаніях з невеликою капіталізацією.	Відбуваються розбіжності щодо того, чи дають невеликі акції та цінні папери більш високі прибутки.

Не реваги	Дозволила оцінити прибутковість акцій.	Пояснює збої CAPM.
--------------	---	-----------------------

Проте, трьохфакторна модель Fama і French (1993) не працює відмінно, а також стикається з серйозною критикою. Виникає суперечність щодо того, чи дають невеликі акції та цінні папери більш високі доходи, тому що вони насправді більш ризиковані, або тому, що вони дозволяють інвесторам фіксувати прибуток, скоригований на ризик. У будь-якому випадку, свідчення показують, що акції з більш високим співвідношенням балансової вартості капіталу до ринкової вартості («book-to-market»)[21] акцій перевершують акції з більш низьким показником. Аналогічним чином, фірми з меншою ринковою капіталізацією отримують вищий середній прибуток, ніж великі фірми.

1.3 Проблеми та основні недоліки 3-факторної моделі

Ідентифікація та оцінка систематичних ризиків, що впливають на прибутковість активів, є важливими питаннями фінансової економіки. Підхід, ініційований Sharpe (1966), Lintner (1965) і Mossin (1966) з моделлю ціноутворення основних фондів (CAPM), визначає ринкову прибутковість як єдиний відповідний систематичний ризик, що впливає на прибутковість активів.

Як і у випадку з найбільш важливими науковими моделями, CAPM піддався критиці, найвідоміша з яких, про яку говорили Fama і French (1992), приходить до висновку, що одного ринкового чинника недостатньо для правильного пояснення очікуваної прибутковості. Щоб подолати цю проблему, Fama і French (1992) і Carhart (1997) запропонували кілька багатфакторних моделей. У прикладної економетрики ці моделі зазвичай оцінюються методами найменших квадратів (МНК) з використанням цін закриття фінансового активу для розрахунку прибутковості. Цей підхід до оцінки був в значній мірі розкритикований за ці останні десятиліття.

Для деяких класів фінансових активів за ціну закриття фінансових активів, які використовуються для розрахунку прибутковості, зіпсовані мікроструктурним шумом, викликаним недосконалістю торгового процесу. Ця проблема, звана помилкою в змінних в прикладній економетриці, веде до невідповідності методу оцінки МНК для багатofакторних моделей ціноутворення. Klepper and Leamer (1984) і Leamer (1987), серед інших, надають докази невідповідності оцінки МНК в лінійній регресії з помилками вимірювання в регресорів.

Вплив інтервалу прибутковості на оцінки систематичного ризику є ще однією важливою проблемою оцінки багатofакторних моделей. Це питання в значній мірі досліджень літературою. Brailsford and Josev (1997), Hawawini (1983), Handa et al. (1989, 1993) повідомляють, що різні бета-оцінки можуть бути отримані за один і той же період шляхом зміни тимчасового кроку в зворотному розрахунку. Крім того, Handa et al. (1993) емпірично відкидають CAPM, коли використовуються щомісячні доходи, але вони приймають CAPM з річною прибутковістю, тоді як Fama (1981, 1990) показують, що сила макроекономічних змінних в поясненні цін на акції збільшувалася з плином часу. Проте, ранні роботи Levhari та Levy (1977) надають докази того, що оцінки бета були предвзятими, якщо аналітик використовував більш короткий часовий горизонт, ніж відповідний часовий горизонт, що маються на увазі в процесі прийняття рішень інвесторами. На закінчення, ці автори пропонують використовувати відповідний часовий інтервал в процесі прийняття рішень, щоб уникнути зсуву бета-оцінки.

Щоб ефективно повідомляти про відносну зміну вартості фінансових активів за весь період і зменшувати втрату інформації, було б доцільно представити дохід як функцію від всіх значень, які спостерігаються при більш тонкій тимчасовій дискретизації в часі в межах періоду. Таке подання може бути отримано шляхом очікування високочастотних повернень протягом періоду, але ми повинні підсумувати всю інформацію до єдиного першого моменту розподілу ймовірності. У цій роботі було вирішено описати відносну зміну фінансового

активу через нечітку випадкову змінну таким чином, щоб його середнє значення збирало різну релевантну інформацію про розподіл ймовірностей доходностей, які спостерігаються протягом періоду. Нечітке уявлення про прибутковість фінансового активу було виконано в літературі багатьма авторами. Bilbao та співавт. (2006) і Smimou та співавт. (2009) використовували нечіткі повернення для обробки експертних оцінок, тоді як Sadefo Kamdem та співавт. (2012) і Mbairadjim Moussa та співавт. (2014b) відбили неточність спостерігається прибутковості нечіткістю.

1.4 Обґрунтування вибору окремого сектору компаній

У своїх дослідженнях Fama та French зосереджуються на цілому фондовому ринку США, використовуючи всі акції NYSE, AMEX та NASDAQ з 1963 по 1991 рік (Fama & French, 1993). Цей документ, однак, враховує лише американські високотехнологічні акції з 2002 по 2016 рр.

Телекомунікаційний сектор в теперішній час – це найбільш швидкозростаюча галузь майже в будь-якій країні. Технологічний прогрес в цілому і в бездротових технологіях зокрема, а також розвиток Інтернет-технологій привели до значного зростання телекомунікаційної галузі. В умовах сучасної глобальної економіки саме телекомунікаційна галузь забезпечує міжнародну конкурентоспроможність країни і є одним з ключових чинників стабільного економічного зростання.

Телекомунікаційна галузь, як правило, характеризується високою продуктивністю та помітною чутливістю до економічних коливань, тобто високою мінливістю та високим систематичним ризиком. Унікальний ризик телекомунікаційних компаній спричинений тим, що їх завданням є створення передової технології, яка часто пов'язана з технологічною невизначеністю (Kohers & Kohers, 2000). Ця характеристика суттєво сприяє "високому ризику, високій винагороді" характеру галузі. Таким чином, інвестори часто мають більші

очікування щодо своїх інвестицій у комунікаційні компанії, що, очевидно, повинно впливати на очікуваний прибуток, оцінений за моделями ціноутворення активів.

1.5 Актуальність роботи

Всі дослідження з 3 – факторною моделлю самими авторами Fama і French проводилися на основі даних, отриманих з американських фірм[12]. Але особливостями моделей такого призначення є залежність їх результатів як від територіального місцезнаходження об'єктів, на основі чіх даних будується вибірка для моделей, так і від обраних часових рамок. Роблячи звідси висновки, ми не можемо сміливо застосовувати на практиці дану модель; необхідно для повної впевненості в її роботі провести повне дослідження по, як можна більшій кількості територіальних ринків. [9]

Звідси можна зробити висновок і про актуальність даної роботи. Незважаючи на досить хорошу результативність 3 – факторна модель оцінки активів, в силу минулого зовсім невеликого проміжку часу з моменту її виходу, є мало дослідженою і все ще є підстави вважати, що на ринках окремих регіонів дана модель не буде настільки вірно визначати результати або взагалі працювати. Самі засновники цієї моделі, Fama і French визнають, що хороша результативність може бути вибірковою і, отже, закликають до подальших досліджень для перевірки моделі. [2]

1.6 Деяка література

Основою сучасних моделей оцінки доходності фінансових активів є розроблена В. Шарпом [1,2] та Дж. Лінтнером [3]. В подальшому наявність багатьох припущень та недоліків моделі CAPM призвело до її доопрацювання багатьма дослідниками та виникнення на її основі нових моделей оцінки доходності фінансових активів [4-7].

Намагання врахувати більшу кількість ризиків, які впливають на очікувану дохідність цінних паперів, сприяло розробці багатофакторних моделей оцінки фінансових активів. Так, відповідно до арбітражної теорії, розвинутої С. Росом, джерелами системного ризику можуть бути різноманітні макропоказники. Для кожного з них необхідно розраховувати свій коефіцієнт *бета* як показник чутливості очікуваної дохідності до зміни відповідного чинника [4].

Серед сучасних українських науковців, що займаються проблемами оцінки та моделювання дохідності цінних паперів, можна відзначити В.П. Савчука [8], В.В. Вітлінського, Г.І. Великоіваненко [9], А.Б. Камінського [10] та інших дослідників.

Разом з тим, існуючі моделі недостатньо враховують особливості впливу інноваційної діяльності на дохідність цінних паперів підприємства, що вимагає їх подальшого вдосконалення та адаптації до умов сучасного економічного середовища.

1.7 Цілі і завдання дипломної роботи

Метою даної роботи – отримати нечіткі коефіцієнти 3-факторної моделі Fama – French за допомогою дослідження компаній на телекомунікаційному секторі фондового ринку.

Відповідно до визначеної мети в даній роботі є такі задачі:

- Розробити рекомендації щодо використання 3 – факторної моделі;
- Провести морфологічний, функціональний та інформаційний аналіз факторної моделі;
- Розробка ПП для чисельного дослідження факторної моделі;
- Надати результат у вигляді нечітких чисел;
- Порівняти результат роботи моделі на весь ринок та на телекомунікаційний сектор;

1.8 Об'єкт і предмет дослідження

Об'єктом дослідження є 3 – факторна модель капіталовкладення Fama і French.

Предметом дослідження є:

- Фактори, що впливають на прибутковість інвестиційного портфеля;

Для досягнення поставленої мети застосовуються такі методи:

1. Методи часових рядів.
2. Методи просторової вибірки.
3. Методи факторного аналізу.

2 ОПИС ФАКТОРНОЇ МОДЕЛІ С ТОЧКИ ЗОРУ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

2.1 Об'єкт дослідження

У першому розділі в якості об'єкта дослідження було обрано 3 – факторная модель капіталовкладення Fama - French. Вона є вдосконаленим варіантом моделі CAPM.

Схематично модель представлена на рисунку 2.1, де:

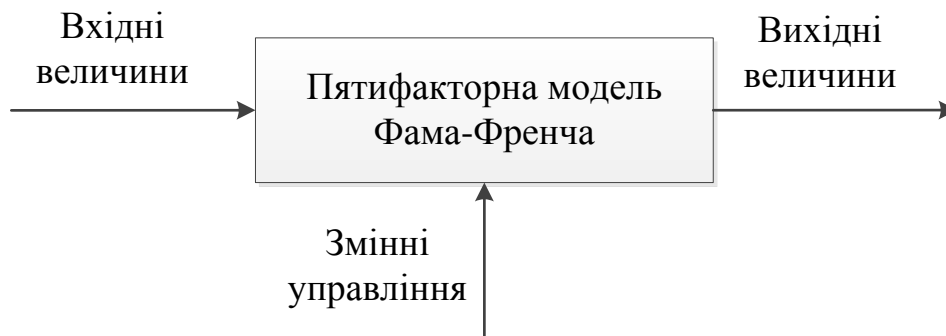


Рисунок 2.1 – Схематичне уявлення моделі

$E(R_{it})$ – очікувана прибутковість i -ого цінного паперу за період t ;

R_f – без ризикова ставка;

$E(R_m)$ – очікувана прибутковість ринкового індексу;

β_i – чутливість прибутковості i -ого цінного паперу до змін прибутковості ринкового індексу;

s_i – чутливість прибутковості i -ого цінного паперу до коефіцієнта ринкової вартості компанії;

$E(SMB)$ – коефіцієнт ринкової вартості компанії;

h_i – чутливість прибутковості i -ого цінного паперу до відношенню балансової та ринкової вартості компанії;

$E(HML)$ – відношення балансової та ринкової вартості компанії;

ε_i – залишковий член.

SMB-фактор є мірою прибутковості на основі розміру фірми (її ринкової капіталізації), HML-фактор заснований на відношенні балансової та ринкової вартості фірми.

Очікується, що у фірм малого і середнього бізнесу значущим виявиться фактор SMB, а у великих фірм він буде від'ємним. У компаній з високою балансовою вартістю очікується додатня оцінка фактора HML, і навпаки.

Розглядаючи процес, можна виділити:

1. Вхідні змінні:

1.1. Безризикова ставка;

1.2. Очікувана прибутковість ринкового індексу;

1.3. β_i ;

1.4. s_i ;

1.5. Коефіцієнт ринкової вартості компанії;

1.6. h_i ;

1.7. Відношення балансової та ринкової вартості компанії;

2. Змінні виходу:

2.1. очікувана прибутковість i -ого цінного паперу.

3. Змінні управління:

3.1. залишковий член.

Вже згадана 3– факторна модель в роботі представлена як об'єкт. На це вказують її властивості, до яких можна віднести:

- адитивність - зміни в моделі являють собою суму змін в усіх її факторах;
- ізоморфізм - всі об'єкти досліджуваної моделі є факторами, які впливають на саму модель;

- ізофункціоналізм - з плином часу суспільство змінюється і модель модифікується за допомогою факторів, які на неї впливають.

2.2 Морфологічний (структурний) аналіз досліджуваного об'єкта

Тип елементного складу: змішаний, тому що складається з однотипних (очікувана прибутковість i -ого цінного паперу, очікувана прибутковість ринкового індексу) і різних елементів (чутливості прибутковості i -их цінних паперів, коефіцієнт ринкової вартості компанії, залишковий член, ставлення балансової та ринкової вартості компанії).

Тип елементів: інформаційні (функція - прийом, перетворення, запам'ятовування інформації: на вхід надходять значення з портфелів, а на виході - прогнозовані результати).

Тип зв'язків між елементами: інформаційні (функція - перенесення інформації між елементами, а саме даних з портфелів).

Тип структури: слабоструктурована (процеси, що проходять в системі, взаємопов'язані, тобто структурування складно організувати через те, що відбуваються в них явища потрібно розглядати в сукупності. Приклад: коефіцієнт ринкової вартості компанії SMB розраховується як різниця між середньою прибутковістю акції

й трьох портфелів з малою ринковою капіталізацією (SH, SM, SL) і середньою прибутковістю акцій трьох портфелів з ринковою капіталізацією (BH, BM, BL)). [12, 15]

Загальна структура об'єкта складається з таких елементів:

1. 5 – факторна модель Фама-Френча
 - 1.1. Очікувана прибутковість i -ого цінного паперу.
 - 1.2. Внесок всього ринку
 - 1.2.1. Очікувана прибутковість ринкового індексу;
 - 1.2.2. Безризикова ставка;
 - 1.2.3. β_i ;
 - 1.3. Внесок розміру компанії

- 1.3.1. s_i ;
- 1.3.2. Коефіцієнт ринкової вартості компанії;
- 1.4. Внесок оцінки компанії
 - 1.4.1. h_i ;
 - 1.4.2. Відношення балансової та ринкової вартості компанії;
- 1.5. Залишковий член;

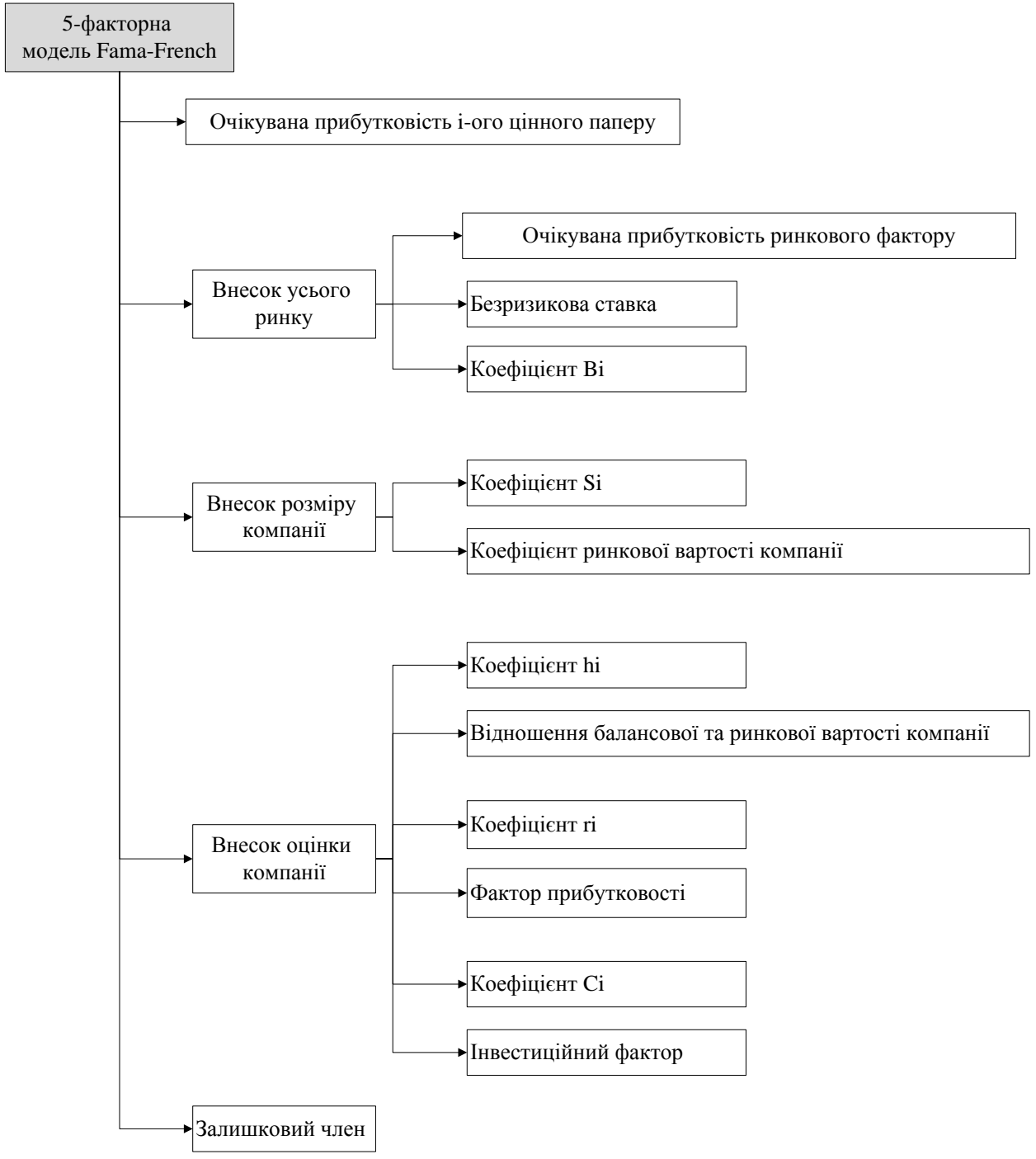


Рисунок 2.2 – Структура 3 – факторної моделі Fama - French

2.3 Функціональний аналіз досліджуваного об'єкта

Функції системи представлені в таблиці 2.1:

Таблиця 2.1 – Функціональний опис системи

Код	Елемент	Функція
1	3 – факторна модель Fama - French	Допомагає інвесторам спрогнозувати прибутковість акцій і вкласти кошти максимально ефективно.
1.1.	Безризикова ставка	Показує фактичні ринкові можливості вкладення грошових коштів фірм і приватних осіб без якогось б не було ризику неповернення.
1.2.	Очікувана прибутковість ринкового індексу	Показує очікувану прибутковість ринкового індексу
1.3.	β_i	Показує чутливість прибутковості i -ого цінного паперу до змін прибутковості ринкового індексу
1.4.	s_i	Показує чутливість прибутковості i -й цінного паперу до коефіцієнта ринкової вартості компанії
1.5.	Коефіцієнт ринкової вартості компанії	Показує співвідношення ринкової вартості звичайних акцій компанії і окремих статей фінансової звітності.
1.6.	h_i	Показує чутливість прибутковості i -й цінного паперу до відношенню балансової та ринкової вартості

		компанії
--	--	----------

Продовження таблиці 2.1

1.7.	Відношення балансової та ринкової вартості компанії	Показує відношення поточної ринкової вартості акції до її балансової вартості, відповідно за кварталним звітом.
1.8.	Залишковий член	Відображає випадкову помилку в рівнянні моделі
1.9.	Очікувана прибутковість і-ого цінного паперу	Показує очікувану прибутковість і-й цінного паперу

Загальні характеристики системи описані в таблиці 2.2:

Таблиця 2.2 – Загальні характеристики системи.

Функціональність	Ранг системи	Фактори	
		Фактори системоруйнівальні	Системоутворюючі
Однофункціональна	Обслуговування	Неправильний формат вхідних даних; Помилкові показники про портфелі	Правдоподібність даних про портфелі

2.4 Інформаційний опис системи

1. Елементи системи:

1. Безризикова ставка;
2. Очікувана прибутковість ринкового індексу;
3. β_i ;
4. s_i ;
5. Коефіцієнт ринкової вартості компанії;
6. h_i ;

7. Відношення балансової та ринкової вартості компанії;
8. Залишковий член;
9. Очікувана прибутковість i -ого цінного паперу.

Всього елементів $n=9$.

2. Властивості елементів надані в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Властивості елементів системи.

/п	Найменування	Позначення	Кількість	Примітка
	Безризикова ставка	a_1	2	1(1) - визначає прибутковість, яку до вкладення інвестицій може прорахувати інвестор 1(2) – показує мінімальний відсоток ризику
	Очікувана прибутковість ринкового індексу	a_2	1	2(1) - показує очікувану прибутковість ринкового індексу
	β_i	a_3	1	3(1) - фіксує всі варіації очікуваної віддачі
	s_i	a_4	1	4(1) – відображає чутливість i -ого цінного паперу до коефіцієнта ринкової вартості компанії
	Коефіцієнт ринкової вартості компанії	a_5	1	5(1) – відображає ринкову вартість компанії

	h_i	a_6	1	6(1) – показує чутливість і-ого цінного паперу до відношення балансової та ринкової вартості компанії [26]
	Відношення балансової та ринкової вартості компанії	a_7	2	7 (1) - показує на скільки переоцінена або недооцінена компанія; 7 (2) - фіксує відношення балансової вартості до ринкової.
	Залишковий член	a_8	1	7 (1) - фіксує всі погрішності в моделі
	Очікувана прибутковість і-ого цінного паперу	a_9	1	9 (1) - відображає прогнозовану дохідність і-ого цінного паперу

2. Середньгеометричне число властивостей на елемент:

$$\sqrt[9]{2 * 2 * 1 * 1 * 1 * 1 * 1 * 1 * 1} = 1,1665$$

2.5 Дослідження класифікації системи

Класифікація системи представлена в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Класифікація системи.

№ п/п	Ознака класифікації	Тип системи за ознакою	Визначення
1	За зв'язку системи з навколишнім середовищем	Відкрита	Взаємодіє з навколишнім середовищем

2	За походженням	Штучна	створена людиною
3	За об'єктивністю існування	Абстрактна	Модель реальних об'єктів
4	За типом опису законів функціонування	Тип «чорний ящик»	Не відображає процеси при капіталовкладенні

Продовження таблиці 2.4

5	За способом управління системою	Керована ззовні	Система підпорядковується зовнішньому управлінню.
6	За централізацією	Децентралізована	В системі немає головного елемента, всі елементи рівноправні
7	За однорідністю структури	Різнорідна	Система складається з елементів, що не володіють властивістю взаємозамінності.
8	За типом складності	Складна	Система описує великий потік інформації.
9	За вимірністю	Багатовимірна	Система має 1 вхід і кілька виходів.
10	За ознакою організованості	Добре організована	В системі добре визначені всі елементи, зв'язку та цілі.
11	За ознакою лінійності	Лінійна	Система описується лінійним рівнянням.

1	За обумовленості дії	Детермінован а	Виходи визначаються наданими на неї керуючими впливами.
---	----------------------	-------------------	---

3 МОДЕЛЬНЕ ПОДАННЯ

3.1 Модель об'єкта і його рівняння

Рівняння 3 – факторної моделі Фама-Френч виглядає наступним чином:

$$E(R_{it}) - R_{ft} = [E(R_{mt}) - R_{ft}] \cdot \beta_i + s_i \cdot E(SMB_t) + h_i \cdot E(HML_t) + \varepsilon_i,$$

$E(R_{it})$ – очікувана прибутковість і-ого цінного паперу за період t ;

R_f – без ризикова ставка;

$E(R_m)$ – очікувана прибутковість ринкового індексу;

β_i – чутливість прибутковості і-ого цінного паперу до змін прибутковості ринкового індексу;

s_i – чутливість прибутковості і-ого цінного паперу до коефіцієнта ринкової вартості компанії;

$E(SMB)$ – (size) коефіцієнт ринкової вартості компанії;

h_i – чутливість прибутковості і-ого цінного паперу до відношенню балансової та ринкової вартості компанії;

$E(HML)$ – (value) відношення балансової та ринкової вартості компанії;

ε_i – залишковий член.

3.2 Опис елементів моделі

Основна інформація про фактори приведена в таблиці 3.1:

Таблиця 3.1 – Фактори моделі Фама-Френча

SMB	HML
Small	High

minus Big	minus Low
Size	Value
Розмір капіталізації	“book- to/market”

3.2.1 SMB

SMB-фактор є мірою прибутковості на основі розміру фірми (її ринкової капіталізації).

Коефіцієнт SMB визначається як різниця в дохідності, отримана інвесторами при вкладенні коштів в акції підприємств з порівняно низькою капіталізацією. [28, 29] Вихідним є положення, що інвестори віддають перевагу акціям компаній з високою капіталізацією як менш ризиковим, а коефіцієнт SMB відображає таку додаткову прибутковість цінних паперів, при якій інвестори згодні купувати акції з малою капіталізацією і продавати акції з великою капіталізацією. [30]

Додатне значення коефіцієнта SMB свідчить, що прибутковість цінних паперів підприємств з малою капіталізацією вище від цінних паперів з великою капіталізацією, від'ємне значення, навпаки, сигналізує про більш високу прибутковість акцій підприємств з великою капіталізацією. [21]

Для розрахунку компонентів SMB необхідно провести поділ усіх досліджуваних підприємств на групи за критеріями ринкової капіталізації. Тобто групуємо компанії з великою капіталізацією, та окремо з малою.

Коефіцієнт ринкової вартості компанії SMB розраховується як:

різниця між сумарною прибутковістю акцій портфелів компаній з малою ринковою капіталізацією та великою.

3.2.2 HML

HML-фактор заснований на відношенні балансової та ринкової вартості фірми. [24]

Коефіцієнт HML - це додаткова прибутковість, отримана інвесторами, які вкладають кошти в компанії з високим співвідношенням балансової вартості до ринкової, чекаючи, що їх акції принесуть великий прибуток. [27]

Балансова вартість підприємства при розрахунку показника співвідношення балансової і ринкової вартості BMR (Book-to-Market Ratio) характеризує вартість майна підприємства, зменшену на його зобов'язання.

Для розрахунку компонентів HML необхідно провести поділ усіх досліджуваних підприємств на групи за коефіцієнтом В/М (відношення балансової вартості компанії до ринкової вартості(її капіталізації))[30].

Коефіцієнт балансова вартість / ринкова вартість компанії HML визначається як різниця між середньою прибутковістю акцій компаній з високим показником співвідношення балансової і ринкової вартості і середньою прибутковістю портфелів акцій компаній з низьким рівнем співвідношення балансової і ринкової вартості [8, 9, 10].

3.5 Вхідні та вихідні величини

Виходячи з даних про модель об'єкта можна виділити змінні управління і вхідні, вихідні змінні:

1. Вхідні змінні:
 - 1.1. Безризикова ставка;
 - 1.2. Очікувана прибутковість ринкового індексу;
 - 1.3. β_i ;
 - 1.4. s_i ;
 - 1.5. Коефіцієнт ринкової вартості компанії;

1.6. h_i ;

1.7. Відношення балансової та ринкової вартості компанії;

2. Змінні виходу:

2.1. очікувана прибутковість i -ого цінного паперу.

3. Змінні управління:

3.1. залишковий член.

3.3 НЕТОЧНІ(ГРУБІ) МНОЖИНИ

Теорія неточних (грубих) множин була запропонована Zdzislaw'ом Pawlak'ом на початку 1980-х. Ця теорія заснована на простому факті: здібності описати безліч об'єктів обмежується нашими можливостями в розрізненні окремих його представників. Як правило, розрізняються лише класи об'єктів, а не самі об'єкти. Деякі елементарні класи такого ставлення нерозрізненості можуть бути несумісні, тобто включати об'єкти якімають однаковий опис, але вони віднесені до різних категорій. Внаслідок описаної вище нерозрізненості неможливо в загальному випадку точно описати безліч об'єктів в термінах елементарних множин нерозпізнаних об'єктів. Для того щоб вирішити зазначену проблему було введено поняття неточного безлічі як пари двох множин - нижнього і верхнього наближень, побудованих з елементарних множин об'єктів. Ця ідея є ключовою для вирішення багатьох інших завдань, зокрема, задач класифікації, оцінки залежностей між ознаками і класифікацією об'єктів, визначення ступеня такої залежності, обчислення важливості ознак, скорочення кількості ознак і породження вирішальних правил по вихідним даних. Теорія неточних множин доповнює теорію нечітких множин та м'яких обчислень, тому що має справу з іншим видом невизначеності і суперечливості. З іншого боку ці теорії, що розглядаються разом, надають потужні інструменти для аналізу "недосконалих" даних, тобто даних в умовах нечіткості (vagueness), суперечливості (ambiguity), неточності (imprecision), неповноти (incompleteness) і невизначеності (uncertainty).

3.4 СМА

3.4 Твердження авторів моделі

4 ЧИСЕЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ

4.1 Груба теорія множин

Грубі множини і нечіткі множини є додатковими узагальненнями класичних множин. Апроксимаційні простору теорії грубих множин - це множини з множинним членством, а нечіткі множини - з частковим членством.

Основна мета аналізу грубих множин - індукція (вивчення) апроксимацій понять. Грубі набори складають міцну основу для **KDD**. Він пропонує математичні інструменти для виявлення закономірностей, прихованих в даних.

Його можна використовувати для вибору функцій, вилучення ознак, скорочення даних, генерації правил прийняття рішень і вилучення шаблонів (шаблони, правила зв'язування) і т. Д

Визначає часткові або повні залежності в даних, усуває надмірні дані, дає підхід до нульових значень, відсутнім даними, динамічним даними та іншим.

Апроксимації -це формальне наближення чіткого множини, що визначається двома його наближеннями - верхнім і нижнім.

Верхня апроксимація - це набір об'єктів, які, можливо, належать цільовим набору.

Upper Approximation:

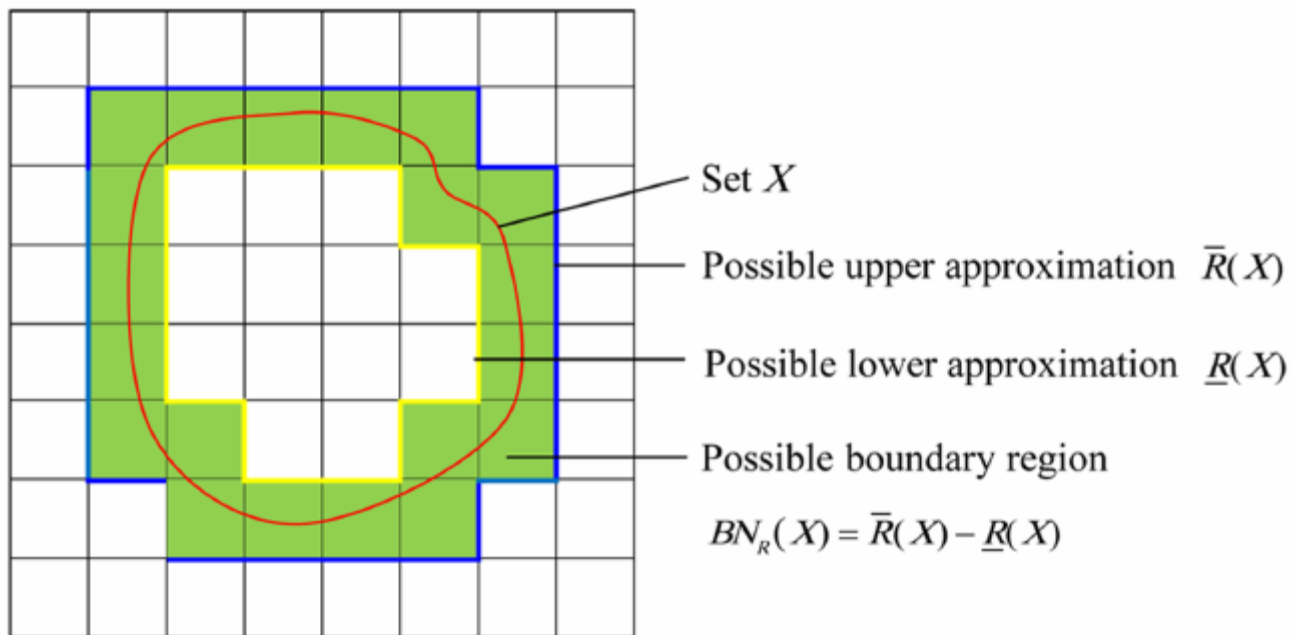
$$\overline{RX} = \bigcup \{Y \in U / R : Y \cap X \neq \emptyset\}$$

Нижня апроксимація - це набір об'єктів, які позитивно ставляться до цільового набору.

Lower Approximation:

$$\underline{RX} = \bigcup \{Y \in U / R : Y \subseteq X\}$$

Множина називається грубою, якщо її гранична область не порожня, в іншому випадку множина чітка.



4.2 Лінійна регресія

Для перевірки моделі в даній роботі використовувався метод множинної лінійної регресії. Лінійна регресія - використовувана в статистиці регресійна модель залежності однієї змінної від іншої або кількох інших змінних (факторів, регресорів, незалежних змінних) з лінійною функцією залежності. Модель лінійної регресії є найбільш вивченою та практично перевіреною в галузі економетрики.

Завданням множинної лінійної регресії є побудова лінійної моделі зв'язку між набором регресорів і залежною змінною. Можна уявити нашу модель регресійним рівнянням:

$$E(R_{it}) = E(R_{mt}) \cdot \beta_i + s_i \cdot E(SMB_t) + h_i \cdot E(HML_t) + \varepsilon_i$$

Тут β_i, s_i, h_i - регресивні коефіцієнти, ε_i - член, що містить помилку(залишковий член). Найбільш простим методом визначення коефіцієнтів регресії є метод найменших квадратів (МНК).

4.1.1 Метод найменших квадратів

Метод найменших квадратів - математичний метод, застосовуваний для вирішення різних завдань, заснований на мінімізації суми квадратів відхилень деяких функцій від шуканих змінних. Він може використовуватися для «вирішення» невизначених систем рівнянь (коли кількість рівнянь перевищує кількість невідомих), для пошуку рішення в разі звичайних нелінійних систем рівнянь, для апроксимації точкових значень деякої функції[29]. МНК є одним з базових методів регресійного аналізу для оцінки невідомих параметрів регресійних моделей за вибірковими даними.

$$I^k(\beta, h, s, r, c) = \sum_{i=0}^N (R^k(i) - \beta * Rm(i) - h * E_{HML}(i) - s * E_{SMB}(i))^2 \rightarrow \min$$

N – кількість днів, протягом яких проводилося дослідження;

k – компанія, для якої рахувалися коефіцієнти регресії;

R – вартість цінних паперів k -компанії за i -тий день;

Rm – фактор ризику за i -тий день(фактор CAPM);

E_{HML} – фактор ринкової вартості компанії за i -тий день;

E_{SMB} – фактор В/М за i -тий день;

Щоб знайти коефіцієнти регресії, треба мінімізувати цю функцію по параметрам регресії. Тобто знаходимо частинну похідну та прирівнюємо кожне рівняння 0. Отримуємо лінійну систему 3 на 3.

$$\begin{aligned} \beta \sum_{i=1}^N Rm^2(i) + h \sum_{i=1}^N Rm(i) * E_{HML}(i) + s * \sum_{i=1}^N Rm(i) * E_{SMB}(i) &= \sum_{i=1}^N R(i) * Rm(i) \\ \beta \sum_{i=1}^N Rm(i) * E_{HML}(i) + h \sum_{i=1}^N E_{HML}^2(i) + s * \sum_{i=1}^N E_{HML}(i) * E_{SMB}(i) &= \sum_{i=1}^N R(i) * E_{HML}(i) \\ \beta \sum_{i=1}^N Rm(i) * E_{SMB}(i) + h \sum_{i=1}^N E_{SMB}(i) * E_{HML}(i) + s * \sum_{i=1}^N E_{SMB}^2(i) &= \sum_{i=1}^N R(i) * E_{SMB}(i) \end{aligned}$$

Для вирішення цієї системи був обраний метод Гауса.

4.1.2 Розрахунок нечітких факторів та отримання інформації

На основі даних компаній телекомунікаційного сектору фондового ринку, необхідно порахувати 3 факторів.

Було обрано біля 100 компаній, із яких приблизно 70 це компанії телекомунікаційного сектору, а інші – компанії із списку S&P500.

Фактори для моделі будемо рахувати окремо – для компаній сектору та усього ринку.

Компанії пропонують в своїх архівних документах статистику цін акцій за кожен день. Вони надають кілька основних значень протягом дня: open, high, low, close.

Значення open – це ціна акцій в момент відкриття ринку. Значення close – ціна акцій в момент закриття ринку. Значення high – це максимальна ціна акцій впродовж дня. Значення low – це мінімальна ціна акцій впродовж дня.

Але ж цих даних недостатньо для того, щоб мати повне уявлення щодо поведінки ціни акції протягом дня.

На рисунку 4.1 наведено приклад даних певної компанії за останній рік.

Date	Open	High	Low	Close	Adj Close	Volume
02,01,2018	50,85	51	50,33	50,44	47,90706	264600
03,01,2018	50,43	50,46	50,04	50,26	47,7361	272300
04,01,2018	50,41	50,41	49,82	50,07	47,55564	293300
05,01,2018	50,24	50,7	50,24	50,44	47,90706	244300
08,01,2018	51,41	51,41	50,56	50,7	48,154	322300
09,01,2018	50,83	51,1	50,46	50,47	47,93556	656200
10,01,2018	50,37	50,55	49,66	49,8	47,2992	285500
11,01,2018	49,72	50,07	49,57	49,78	47,2802	235400
12,01,2018	49,85	50,07	49,47	50,04	47,52715	193800
16,01,2018	50,07	50,38	49,56	49,6	47,10924	289000
17,01,2018	49,64	50,08	49,33	49,9	47,39418	369800
18,01,2018	50	50,21	49,8	50,14	47,62212	315100
19,01,2018	50,07	50,63	49,95	49,98	47,47016	255200
22,01,2018	50	50,29	49,87	50,29	47,76459	255400
23,01,2018	50,27	50,28	49,64	49,86	47,35619	242500

Рисунок 4.1 Інформація компаній

Для того щоб знайти кожен фактор як неточну число, треба зробити лінійну регресію на кожне з цих значень. Одже спочатку розрахуємо фактори для значень open.

Знаходимо перший фактор – CAPM: складаємо ціни акцій (стовпчик Open) всіх обраних нами компаній за кожен день[11].

$$\sum_{i=0}^K V_i = CAPM$$

V_i – ціна акцій i -ої компанії;

K – кількість досліджуваних компаній;

Отже маємо наступний стовпчик даних за кожен день:

ULH	ANDE	ANH	AERI	ANIK	CAPM	CAPM
25900	479400	372500	156200	139900	74825600	74825,6
32600	349600	514400	335300	140000	92953600	92953,6
11500	172900	647000	282800	104000	84687600	84687,6
8700	138200	393300	144300	61700	68507200	68507,2
2700	136500	339400	278500	84400	65673000	65673
11300	160500	544000	274100	130400	106005400	106005
8500	290500	909700	263200	138000	75740900	75740,9
5200	112800	504000	384000	95400	98159300	98159,3
6500	152300	897300	383900	107400	84869400	84869,4
11000	203800	769400	291700	101000	83131600	83131,6
4500	136900	516700	399700	85900	81258900	81258,9
6700	290600	574100	282600	124400	80309800	80309,8

Рисунок 4.2 Фактор CAPM

Наступним кроком групуємо всі компанії на групи за величиною ринкової капіталізації. Далі рахуємо фактор SMB: із суми цін акцій компаній з малою капіталізацією вираховуємо суму цін акцій з великою капіталізацією[11].

$$\sum_{i=0}^{K1} sV_i - \sum_{j=0}^{K2} bV_j = SMB$$

sV_i – ціна акцій i -ої компанії, яка має малу ринкову капіталізацію;

bV_j – ціна акцій j -ої компанії, яка має велику ринкову капіталізацію;

K_1, K_2 – кількість компаній з малою та великою ринковою капіталізацією відповідно.

Отримуємо наступний стовпчик даних:

AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR
ELFA	EXTR	FTD	FWONK	HDP	HMST	HURC	SMB
1200	879700	164400	381300	633100	339800	17300	-767400
2100	977300	264900	382800	479800	654400	12800	-1096000
400	826700	105100	527100	594400	194300	4800	-2590600
0	246700	93800	420600	434000	103300	8400	-1749100
300	463200	333600	719100	379000	76700	8600	-1125600
400	821500	301600	746100	483200	246700	12900	-3043500
1700	518600	160300	502000	817100	163600	8700	-4195900
0	318700	175600	246800	519900	123500	14100	-1998100
0	370300	156800	502700	506200	152700	12900	-3647700
1700	488500	149000	309500	937700	107500	16000	-1919900
1200	460700	130200	329100	396400	114000	29500	-3023300
400	481100	58000	443600	383000	190400	13000	-2237400
100	637700	90700	322700	635100	93600	8500	-3439500
500	474300	76700	510200	416500	114000	7800	-3261700
0	376400	178800	904500	506600	84200	23400	-2694800
0	300500	89400	591800	607200	87900	12100	-2801600
0	154500	93000	528800	457100	67900	11100	-4521600
0	178000	101700	525500	474300	116300	9600	-2112400

Рисунок 4.3 Фактор SMB

Далі знов групуємо всі обрані компанії на групи за коефіцієнтом “Book value/Market value”. Щоб розрахувати цей коефіцієнт використовуємо «annual report» компанії, там збираємо необхідну нам фінансову інформацію. Далі знов рахуємо різницю між високим показником (high) та низьким(low)[11].

$$\sum_{i=0}^{K1} hV_i - \sum_{j=0}^{K2} lV_j = HML$$

hV_i – ціна акцій i -ої компанії, яка має великий показник “book value/market value”;

lV_j – ціна акцій j -ої компанії, яка має маленький показник “book value/market value”;

K_1, K_2 – кількість компаній з високим та низьким “book value/market value” відповідно.

Показник рахуємо для кожної компанії окремо як відношення балансової вартості компанії до її ринкової капіталізації.

$$\frac{B}{M}$$

Капіталізацію було вирішено рахувати не з усіма акціями компанії, а лише з тими, які торгуються на біржі.

Отримуємо наступний стовпчик даних:

DHIL	mtex	usna	jnj	tile	CRZO	HMNY	HML	HML
2800	2700	76800	6444700	614300	1195700	0	-4461600	-4461,6
11300	1100	387600	6125300	1007200	1132000	0	-5331900	-5331,9
6800	2700	123100	5453800	601900	1002500	0	-4015100	-4015,1
7400	5200	104300	3861800	463000	1157700	6600	-2854500	-2854,5
8700	1300	100800	4647000	255100	1091500	1000	-2376000	-2376
7600	4600	118300	1E+07	511100	987900	2400	-3091400	-3091,4
17400	4500	88900	4748900	614400	1446200	4200	-597700	-597,7
6900	0	108400	7307600	435300	1104300	500	-3369700	-3369,7
9900	4000	63600	6881700	618000	853200	0	-3914300	-3914,3
4200	4000	49500	6349400	408000	1295100	9065000	-13608300	-13608,3
7100	13000	118900	6417400	341000	1460000	1,6E+07	-19894800	-19894,8
5400	1300	100400	5863800	392200	1624800	7300500	-12190500	-12190,5
5600	3200	100700	7375500	494200	887600	1573400	-6373800	-6373,8
3600	1900	85300	6067400	500800	1319000	612200	-4288800	-4288,8
9200	4500	77800	7940900	811800	1049700	955500	-7086100	-7086,1
8600	3500	102600	6378400	2185200	1150400	237900	-6754600	-6754,6
3700	1500	98400	6371400	735100	1153400	2168300	-7406600	-7406,6
11200	6200	92500	6664300	576500	1561600	469700	-5826400	-5826,4

Рисунок 4.4. Фактор HML

В результаті отримуємо дані для розрахування коефіцієнтів регресії для першого значення Open(приклад наведено в таблиці 4.1).

Наступним кроком треба розрахувати такі ж самі коефіцієнти, але для значення Close. (приклад наведено в таблиці 4.2).

Далі аналогічно отримуємо коефіцієнти моделі для значень Low та High. (приклад наведено в таблиці 4.3 та таблиці 4.4 відповідно).

Для перевірки результатів роботи програми на окремому ринку та на всьому ринку, прорахуємо фактори для компаній з усього ринку. Результати занесено в таблицю 4.5.

4.2 Програмний продукт

Продукт розроблений в програмному середовищі Visual Studio 2013. Основна мета програми це розрахунок коефіцієнтів лінійної регресії β_i, s_i, h_i

Всі дані про фактори та компанії, програма зчитує з файлу.

Всі отримані результати також записуються в файл.

Спочатку в програмі формуються коефіцієнти лінійної системи, потім методом Гауса рахуються β_i, s_i, h_i і одразу обчислюється похибка моделі за перший період (80 діб).

Щоб перевірити прогнозуючу здатність моделі, треба обчислити похибку моделі за другий період, використовуючи коефіцієнти регресії, знайдені за перший період та дані компаній вже за другий період.

Похибка моделі рахується за формулою:

$$I^k(\beta, h, s) = \sum_{i=0}^N (R^k(i) - \beta * Rm(i) - h * E_{HML}(i) - s * E_{SMB}(i))^2$$

N – кількість днів, протягом яких проводилося дослідження;

k – компанія, для якої рахувалися коефіцієнти регресії;

R – вартість цінних паперів k -компанії за i -тий день;

Rm, E_{HML}, E_{SMB} – фактори моделі.

1	12.2
2	6.5
3	39.3
4	4.9
5	24.3
6	8.4
7	19.9
8	22.8
9	7.7
10	15.8
11	0.5
12	7.4
13	0.8
14	9.5
15	4.4
16	1.4
17	0.7
18	3.6
19	10.6
20	46.9
21	13.8
22	10.7
23	4.8
24	15.5
25	6.3

Рисунок 4.7 Файл с даними компанії

```
1 ABBV.txt
2 x[1]=0.0370549
3 x[2]=0.249156
4 x[3]=0.174286
5 x[4]=0.230885
6 x[5]=0.107381
7 Относительная погрешность за первый период = 0.500742%
8 Относительная погрешность за 1 месяц второго периода =0.484333%
9 Относительная погрешность за 2 месяц второго периода =0.895433%
10 Относительная погрешность за 6 месяцев второго периода =0.568868%
11 Относительная погрешность за второй период =0.482258
12 PRGO.txt
13 x[1]=0.0314741
14 x[2]=0.183607
15 x[3]=0.0529419
16 x[4]=-0.00617208
17 x[5]=0.0334236
18 Относительная погрешность за первый период = 1.52864%
19 Относительная погрешность за 1 месяц второго периода =1.335%
20 Относительная погрешность за 2 месяц второго периода =1.59019%
```

Рисунок 4.8 Файл с результатами программы

4.3 Результаты обчисления

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Опис програмного продукту

Глава присвячена кількісній оцінці матеріальних витрат на виробництво представленого в дипломній роботі аналітичної роботи та програмного продукту, призначеного для отримання результатів системного аналізу 3-факторної моделі Fama-French динаміки фінансових ринків.

Під програмним продуктом (ПП) розуміється програмне забезпечення (ПЗ) як результат людської діяльності, виставлений на ринку масового покупця в якості товару і має ненульову споживчу вартість.

Продукт розроблений в програмному середовищі Visual Studio 2013.

5.2 Розрахунок заробітної платні та трудомісткість робіт

Метою економічного розділу є розрахунок собівартості і вартості програмного продукту.

Для того щоб оцінити вартість розроблюваного програмного продукту необхідно:

- скласти перелік робіт, які слід виконати, потім розрахувати трудовитрати на їх виконання;
- розрахувати заробітну плату розробників;
- розрахувати витрати на матеріали, комплектуючі та машинний час;
- відрахування на соціальні заходи.

У витрати на розробку програмного продукту також входять:

- вартість малоцінних і швидкозношуваних предметів;
- вартість оренди комп'ютера;
- відрахування з заробітної плати і т.д.

До переліку етапів робіт, які необхідно виконати входить:

- формулювання постановки задачі;
- проектування програмного продукту;

- розробка програмного продукту;
- впровадження продукту.

5.3 Виконавці роботи

Для керівництва ходом роботи і ведення всього проекту в цілому необхідна посада керівника. Для проектування підсистеми, її подальшого налагодження і ведення в експлуатацію необхідна участь програміста. Дані про посадові оклади і склад виконавців роботи занесені в таблицю 5.1. Тривалість робочого місяця буде в середньому вважати 22 дня. Робочий день – восьмигодинний.

Заробітна плата – винагорода за працю залежно від кваліфікації працівника, складності, кількості, якості та умов виконуваної роботи, а також компенсаційні виплати і стимулюючі виплати.

До витрат на заробітну плату праці відносяться основна і додаткова заробітна плата персоналу, зайнятого безпосередньо при виконанні конкретної теми: науковці, науково-технічний, науково-допоміжний персонал і виробничі робітники.

Таблиця 5.1 – Склад виконавців роботи

Посада	Посадовий оклад, грн.	
	Місячний	Добовий
Керівник	8000	363,6
Програміст	6000	272,7

5.4 Перелік роботи для створення програмного продукту

Для керівництва ходом робіт і ведення всього проекту в цілому необхідна посаду керівника. Для проектування підсистеми, її подальшої налагодження і введення в експлуатацію необхідно участь програміста.

Розрахуємо тривалість розробки продукту за видами робіт. Результати розрахунків містяться в таблиці 5.2.

Тривалість кожного етапу визначається за формулою:

$$T = \frac{t}{n}, \quad (5.1)$$

де T – тривалість етапу в робочих днях;

t – трудовитрати етапу;

n – кількість виконавців, одночасно зайнятих на певному етапі роботи.

Таблиця 5.2 – Перелік робіт

№ етапу	Найменування етапу	Тривалість, дн.		Кількість, лд.		Трудови трати, лд.-дн.
		Керівн ик	Програ міст	Керівн ик	Програ міст	
Розробка технічного завдання						
1	Організаційна підготовка до створення ПП	1		1		1
2	Розробка технічного завдання на постановку задачі	2		1		2
Разом:		3		1		3
Постановка задачі						
1	Розробка математичної моделі і алгоритмів	2		1		2
2	Технічне забезпечення	1		1		1
3	Збір статистичних даних	1		1		1
4	Розробка опису завдання і технічного завдання	1		1		1
Разом:		6		1		6

Розробка програмного продукту						
1	Аналіз даних в ПП		4		1	4
2	Розробка алгоритмів		4		1	4
3	Розробка ПП і його реалізація		5		1	5
4	Тестування ПП		3		1	3
5	Відладка ПП		3		1	3
6	Розробка документації		2		1	2
7	Розробка технологічної документації		2		1	2
Разом:			23		1	23
Всього:		9	23	1	1	32

В кінцевому підсумку, ми отримали, що термін створення програмного продукту – 32 днів.

Основна заробітна плата ($ЗП_{осн}$) складається з суми середньої добової заробітної плати керівника та програміста, помноженої на тривалість їх праці відповідно і розраховується за формулою:

$$ЗП_{осн} = ЗП_{добкер} * T_{кер} + ЗП_{добпрог} + T_{прог}, \quad (5.2)$$

де $ЗП_{добкер}$, $ЗП_{добпрог}$ – добова заробітна плата керівника і програміста відповідно (таблиця 5.1);

$T_{кер}$, $T_{прог}$ – тривалість праці керівника і програміста відповідно (таблиця 5.1).

Таким чином, основна заробітна плата, розрахована за формулою (5.2) дорівнює:

$$ЗП_{осн} = 272,7 * 23 + 363,6 * 9 = 6272,1 + 3272,4 = 9544,5 \text{ (грн)}.$$

Далі проводиться розрахунок додаткової заробітної плати ($ЗП_{дод}$), яка становить 25% від основної заробітної плати і розраховується:

$$ЗП_{дод} = ЗП_{осн} * H_{дод}, \quad (5.3)$$

де $H_{\text{дод}}$ – коефіцієнт додаткової зарплати, рівний 25%.

Отже, за формулою (5.3) додаткова заробітна плата дорівнює:

$$ЗП_{\text{дод}} = 9544,5 * 0,25 = 2386,2 \text{ (грн)}.$$

Разом, загальний фонд заробітної плати становить:

$$ЗП = ЗП_{\text{осн}} + ЗП_{\text{дод}} = 9544,5 + 2386,2 = 11930,7 \text{ (грн)}.$$

Нарахування на заробітну плату (єдиний соціальний внесок – $ЗП_{\text{соц}}$) складають 22% і розраховується за формулою:

$$ЗП_{\text{соц}} = ЗП * H_{\text{соц}}, \quad (5.4)$$

де $H_{\text{соц}}$ – коефіцієнт єдиного соціального внеску, рівний 22%.

Отже, за формулою (5.4) нарахування на заробітну плату становлять:

$$ЗП_{\text{соц}} = 11930,7 * 0,22 = 2624,8 \text{ (грн)}.$$

5.5 Розрахунок витрат на матеріали, комплектуючі, оренду приміщення та електроенергію

Вартість необхідного обладнання, а також їх призначення і необхідну кількість представлені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Вартість обладнання

Найменування матеріалу	Призначення	Кількість, шт.	Ціна за одиницю, грн.
Ноутбук ASUS R515 M	Робота з Програмним середовищем	1	15000
Комп'ютерна миша MAXTER MR-325-R	Навігація в середовищі	1	100
Разом:			15100

Проведемо розрахунок амортизації (АМ) обладнання, в нашому випадку для ноутбука ASUS R515 M і комп'ютерної миші MAXTER MR-325-R. Амортизацію обладнання як елемент собівартості даної продукції пропонується розраховуватимуть за такою методикою:

1. З урахуванням первісної вартості обладнання і річної норми амортизації розраховується річна сума амортизаційних відрахувань по даному виду обладнання за формулою:

$$AM_{j\text{рік}} = C_j * N_{\text{ам}}, \quad (5.5)$$

$N_{\text{ам}}$ – коефіцієнт річної норми амортизації, рівний 25%;

C_j – первісна вартість обладнання,;

$AM_{j\text{рік}}$ – сума річної амортизації обладнання j виду.

2. Визначається величина амортизаційних відрахувань у розрахунку на одну годину роботи обладнання даного виду:

$$AM_{j\text{год}} = \frac{AM_{j\text{рік}}}{T_j}, \quad (5.6)$$

$AM_{j\text{год}}$ – величина амортизації обладнання даного виду протягом однієї години його використання;

T_j – річний фонд роботи даного обладнання, рівний 1976 годинам.

3. В залежності від часу використання обладнання в процесі виготовлення продукту розраховується розмір амортизаційних відчислень, пов'язаних з виробництвом одиниці даного виду:

$$AM_j = AM_{j\text{год}} * t_j, \quad (5.7)$$

AM_j – амортизація обладнання даного виду при виготовленні продукту;

t_j – час використання обладнання даного виду при виготовленні продукту, рівний 256 годинам.

Якщо використовувати різне обладнання, то величина амортизації як елемент собівартості продукту повинна бути визначена шляхом підсумовування амортизаційних відрахувань по окремих видах обладнання:

$$AM = \sum_{i=1}^m AM_j, \quad (5.8)$$

AM – сума амортизації по продукту;

m – кількість видів обладнання.

Отже, за формулою (5.5) річна сума амортизаційних відрахувань для ноутбука ASUS R515 M:

$$AM_{\text{ноутрік}} = 15000 * 0,25 = 3750 \text{ (грн).}$$

Тоді, за формулою (5.6) величина амортизаційних відрахувань на одну годину для ноутбука ASUS R515 M:

$$AM_{\text{ноутгод}} = 3750/1976 = 1,9 \text{ (грн).}$$

За формулою (5.7) величина амортизаційних відрахувань залежно від часу використання ноутбука ASUS R515 M:

$$AM_{\text{ноут}} = 1,9 * 256 = 486,4 \text{ (грн).}$$

Отже, за формулою (5.5) річна сума амортизаційних відрахувань для комп'ютерної миші MAXTER MR-325-R:

$$AM_{\text{мишрік}} = 100 * 0,25 = 25 \text{ (грн).}$$

Тоді, за формулою (5.6) величина амортизаційних відрахувань на одну годину для комп'ютерної миші MAXTER MR-325-R:

$$AM_{\text{мишгод}} = 25/1976 = 0,01 \text{ (грн).}$$

За формулою (5.7) величина амортизаційних відрахувань залежно від часу використання комп'ютерної миші MAXTER MR-325-R:

$$AM_{\text{миш}} = 0,01 * 256 = 2,56 \text{ (грн).}$$

За формулою (5.8) сума амортизації по продукту:

$$AM = 486,4 + 2,56 = 488,96 \text{ (грн).}$$

Вартість технологічної електроенергії обчислюється за формулою:

$$S_{\text{э}} = T_{\text{ар}} * T * W, \quad (5.9)$$

$T_{\text{ар}}$ – тариф електроенергії за один кВт, рівний 2,01 грн.;

T – кількість годин роботи;

W – споживана технологічна потужність ($W = 0,032$ кВт).

Отже, за формулою (5.9) вартість технологічної електроенергії:

$$S_{\text{э}} = 2,01 * 256 * 0,032 = 16,47(\text{грн}).$$

Вартість освітлювальної електроенергії розраховується за формулою:

$$S = T_{\text{ар}} * T * W, \quad (5.10)$$

де W – споживана потужність освітлювальним прибором ($W = 0,1$ кВт).

Отже, за формулою (5.10) вартість освітлювальної електроенергії:

$$S = 2,01 * 256 * 0,1 = 51,46 (\text{грн}).$$

5.6 Розрахунок собівартості та повної вартості програмного продукту

Собівартість – це вартісна оцінка використовуваних в процесі виробництва продукції (робіт, послуг) природних ресурсів, сировини, матеріалів, палива, енергії, основних фондів, трудових ресурсів та інших витрат на її виробництво і реалізацію. Собівартість дорівнює сумі всіх витрат на розробку проекту і розраховується за формулою:

$$C = 3П + 3П_{\text{соц}} + AM + S_{\text{э}} + S, \quad (5.11)$$

Отже, з формули (5.11) собівартість становить:

$$C = 11930,7 + 2624,8 + 488,96 + 16,47 + 51,46 = 15112,4(\text{грн}).$$

Калькуляційні розрахунки на розробку програмного забезпечення представлені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Статті калькуляції на розробку програмного продукту

	Стаття калькуляції	Витрати, грн.
	Основна заробітна плата	9544,5
	Додаткова заробітна плата	2386,2
	Загальна заробітна плата	11930,7
	Єдиний соціальний внесок	2624,8

	Амортизація	488,96
	Вартість технологічної електроенергії	16,47
	Вартість освітлювальної електроенергії	51,46
	Загальна собівартість розробки	15112,4

5.7 Альтернативний процес розробки програмного продукту

В цілому для керівництва ходом робіт необхідна розподілена команда. Тому розглянемо випадок, коли для ведення всього проекту в цілому, тестуванні і розробки потрібні 3 спеціаліста.

Складемо команду з двох програмістів та одного аналітика.

Дані про оклад виконавців та їх продуктивність занесені в таблицю 5.5. Тривалість робочого місяця буде в середньому вважати 22 дня. Робочий день – восьмигодинний.

Таблиця 5.5 – Склад виконавців роботи

Посада	Посадовий оклад, грн.	
	Місячний	Добовий
Аналітик	8000	363,6
Програміст 1	7000	318,2
Програміст 2	7000	318,2

Розрахуємо тривалість розробки продукту за видами робіт. Результати розрахунків містяться в таблиці 5.6.

етап	Найменування етапу	Тривалість, дн.			Трудові витрати, лд.-дн.
		Аналітик	Програміст 1	Програміст 2	

Розробка технічного завдання				
Організаційна підготовка до створення ПП	1			1
Розробка технічного завдання на постановку задачі	2			2
Разом:	3			3
Постановка задачі				
Розробка математичної моделі і алгоритмів	2			2
Розробка опису завдання і технічного завдання	2			2
Разом:	4			4
Розробка програмного продукту				
Аналіз даних в ПП		1	1	2
Розробка алгоритмів		2	2	4
Розробка ПП і його реалізація		2	2	4
Тестування ПП		1	1	2
Відладка ПП		2	2	4
Розробка документації		1	1	2
Разом:		9	9	18
Всього:	7	9	9	25

В кінцевому підсумку, ми отримали, що термін створення програмного продукту – 25 днів.

5.8 Розрахунок заробітної плати альтернативного процесу

Заробітна плата – винагорода за працю залежно від кваліфікації працівника, складності, кількості, якості та умов виконуваної роботи, а також компенсаційні виплати і стимулюючі виплати.

До витрат на заробітну плату праці відносяться основна і додаткова заробітна плата персоналу, зайнятого безпосередньо при виконанні конкретної теми: науковці, науково-технічний, науково-допоміжний персонал і виробничі робітники.

Основна заробітна плата ($ЗП_{осн}$) складається з суми середньої добової заробітної плати аналітика та програміста, помноженої на тривалість їх праці відповідно і розраховується за формулою:

$$ЗП_{осн} = ЗП_{доб1} * T_1 + ЗП_{доб2} * T_2 + ЗП_{доб3} * T_3, \quad (5.12)$$

де $ЗП_{доб1}$, $ЗП_{доб2}$, $ЗП_{доб3}$ – добова заробітна плата аналітика, першого і другого програмістів відповідно;

T_1 , T_2 , T_3 – тривалість праці аналітика, першого і другого програмістів відповідно.

Таким чином, основна заробітна плата, розрахована за формулою (5.12) дорівнює:

$$ЗП_{осн} = 318,2 * 9 * 2 + 363,6 * 7 = 8273,5 \text{ (грн)}.$$

Далі проводиться розрахунок додаткової заробітної плати ($ЗП_{дод}$), яка становить 25% від основної заробітної плати і розраховується:

$$ЗП_{дод} = ЗП_{осн} * H_{дод}, \quad (5.3)$$

де $H_{дод}$ – коефіцієнт додаткової зарплати, рівний 25%.

Отже, за формулою (5.3) додаткова заробітна плата дорівнює:

$$ЗП_{дод} = 8273,5 * 0,25 = 2068,4 \text{ (грн)}.$$

Разом, загальний фонд заробітної плати становить:

$$ЗП = ЗП_{\text{осн}} + ЗП_{\text{дод}} = 8273,5 + 2068,4 = 10341,9 \text{ (грн)}.$$

Нарахування на заробітну плату (єдиний соціальний внесок – $ЗП_{\text{соц}}$) складають 22% і розраховується за формулою:

$$ЗП_{\text{соц}} = ЗП * Н_{\text{соц}}, \quad (5.4)$$

де $Н_{\text{соц}}$ – коефіцієнт єдиного соціального внеску, рівний 22%.

Отже, за формулою (5.4) нарахування на заробітну плату становлять:

$$ЗП_{\text{соц}} = 10341,9 * 0,22 = 2275,3 \text{ (грн)}.$$

5.9 Перелік необхідного обладнання для створення програмного продукту альтернативного процесу

Оренда офісу з комп'ютерним обладнанням на 25 днів коштує 2500 грн .

Отже, за формулою (5.8) вартість технологічної електроенергії:

$$S_e = 2,01 * 200 * 0,032 = 12,9 \text{ (грн)}.$$

Отже, за формулою (5.9) вартість освітлювальної електроенергії:

$$S = 2,01 * 200 * 0,1 = 40,2 \text{ (грн)}.$$

5.10 Розрахунок собівартості та повної вартості програмного продукту альтернативного процесу

Собівартість – це вартісна оцінка використовуваних в процесі виробництва продукції (робіт, послуг) природних ресурсів, сировини, матеріалів, палива, енергії, основних фондів, трудових ресурсів та інших витрат на її виробництво і реалізацію. Собівартість дорівнює сумі всіх витрат на розробку проекту і розраховується за формулою:

$$C = ЗП + ЗП_{\text{соц}} + S_e + S, \quad (5.15)$$

Отже, з формули (5.15) собівартість становить:

$$C = 10341,9 + 2275,3 + 12,9 + 40,2 = 12670,3 \text{ (грн)}.$$

Калькуляційні розрахунки на розробку програмного забезпечення представлені в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 – Статті калькуляції на розробку програмного продукту альтернативного процесу

Стаття калькуляції	Витрати, грн.
Основна заробітна плата	8273,5
Додаткова заробітна плата	2068,4
Загальна заробітна плата	10341,9
Єдиний соціальний внесок	2275,3
Вартість технологічної електроенергії	12,9
Вартість освітлювальної електроенергії	40,2
Загальна собівартість розробки	12670,3
Повна вартість продукту з орендою	15170,3

Висновок

В даному розділі було розглянуто два варіанта розробки програмного продукту, в обох варіантах:

- визначені трудовитрати робіт створення програмного продукту;
- призначені виконавці роботи, а також проведені розрахунки заробітної плати та соціального внеску, які склали 11930,7 грн. та 2624,8 грн. відповідно для першого варіанту розробки програмного продукту та 10341,9 грн та 2275,3 грн відповідно для альтернативного варіанту розробки програмного продукту;
- складено перелік необхідного обладнання, для яких розраховані витрати на амортизацію у розмірі 488,96 грн. для першого варіанту розробки програмного продукту або була визначена оренда офісного приміщення ;
- проведений розрахунок вартості електроенергії: технологічної та

освітлювальної. Витрати склали 16,47 грн. та 51,46 грн. відповідно для першого варіанту розробки програмного продукту та 12,9 грн та 40,2 грн відповідно для альтернативного варіанту розробки програмного продукту.

- проведені розрахунки собівартості (15182,4 грн.) для першого варіанту розробки програмного продукту, та 15170,3 для альтернативного варіанту розробки програмного продукту.

Проаналізувавши витрати на реалізацію кожного з запропонованих варіантів, було прийнято рішення, що альтернативний варіант розробки програмного продукту найбільш вигідніший.

Висновок

Підводячи підсумки системного аналізу та чисельного дослідження 3 – факторної моделі Фама-Френч для використання її на ринку цінних паперів, слід зазначити що обрана модель дійсно оцінює прибутковність непогано, при цьому похибка дорівнює не більш 3%, але при цьому, все ще є основи стверджувати, що вона взагалі не на всіх фондових ринках працює так ефективно та показує таку добру прогножуючу здібність.

Вона є об'єктом, так як на це вказують такі властивості як:

- адитивність;
- цілісність;
- ізоморфізм;
- ізофункціоналізм

При морфологічному аналізі досліджуваного об'єкта з'ясувалося, що тип елементної сполуки є змішаним, тип елементів - інформаційні, тип структури - слабоструктурований, тип зв'язків між елементами - інформаційний.

В ході модельного уявлення була описана модель досліджуваного об'єкта:

$$E(R_{it}) - R_{ft} = [E(R_{mt}) - R_{ft}] \cdot \beta_i + s_i \cdot E(SMB_t) + h_i \cdot E(HML_t) + \varepsilon_i,$$

$E(R_{it})$ – очікувана прибутковність і-ого цінного паперу за період t ;

R_f – без ризикова ставка;

$E(R_m)$ – очікувана прибутковність ринкового індексу;

β_i – чутливість прибутковності і-ого цінного паперу до змін прибутковності ринкового індексу;

s_i – чутливість прибутковності і-ого цінного паперу до коефіцієнта ринкової вартості компанії;

$E(SMB)$ – (size) коефіцієнт ринкової вартості компанії;

h_i – чутливість прибутковності і-ого цінного паперу до відношенню балансової та ринкової вартості компанії;

$E(HML)$ – (value) відношення балансової та ринкової вартості компанії;

ε_i – залишковий член.

Було проведено чисельне дослідження моделі, при цьому відносна похибка за перший досліджуваний рік не перевищує 3%, а саму малу похибку модель дала менш 0.2%.

Варто зазначити, що у майбутньому варто приділити більшу увагу даній моделі, так як через свою новизну, вона є мало перевіреною і дослідженою. Також, на даний момент, дрібні деталі при її використанні є неточними і опис окремих її моментів є досить поверхневе. Дану неточність можливо вдасться вирішити тільки шляхом проведення досліджень і порівнянням результатів з дійсністю.

При економічному підрахуванні отримали, що розроблений програмний продукт має повну собівартість 15182,4 грн. Проведено альтернативний розрахунок розробки ПП. Собівартість дорівнює 15170,3 грн.

Список використаної літератури

1. Does the five-factor asset pricing model hold for European Equities? / Rory van Veen 5: 307-390.
2. How suitable is the Fama-French 5-ve-factor model for describing German and Norwegian stock returns? / Alexander R. Hoel & Fabia R. Mix 55: 389-489.
3. The Comparison of Fama-French Five-Factor Model in Chinese A-share Stock Market and in Real Estate Sector / Master's Thesis, Shao Yufang Master's 55: 389-406.
4. Test of Fama-French Five-Factor Asset Pricing Model in the Nordic Stock Markets / Toni Sundqvist, 607-636.
5. A Five-Factor Asset Pricing Model / Eugene F. Fama and Kenneth R. French
6. http://mba.tuck.dartmouth.edu/pages/faculty/ken.french/Data_Library/f-5_factors_2x3.html
7. Fama, E. F. and K. R. French. 2000. Characteristics, covariances and average returns: 1929 – 1997. *Journal of Finance* 55: 389-406.
8. Fama, E. F., & MacBeth, J. D. (1973). Risk, return, and equilibrium: Empirical tests. *The Journal of Political Economy*, 607-636.
9. Fama, E. & French, K. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and bonds *Journal of Financial Economics*, 33, 3-56.
10. Dominykas Gruodis (2015). The Fama-French Five-Factor Asset Pricing Model for the Swedish Stock Market, 607-636..
11. William Eid Jr. / Pricing Assets with Fama and French 5--- Factor Model: a Brazilian market novelty, 3-56.
12. Fama E., French K. R. The Cross-Section of Expected Stock Returns // *Journal of Finance*. 1992. № 6.- pp. 3-56.
13. The Fama-French Three Factors in Chinese Stock Market. The Hong Kong Polytechnic University.- pp. 3-56.

14. Acheampong, P., & Agalega, E. (2013). Does the Capital Assets Pricing Model (CAPM) Predict Stock Market Returns in Ghana? Evidence from Selected Stocks on the Ghana Stock Exchange. *Research Journal of Finance and Accounting*, 4(9). - № 81 (3). – May/June. – P. 637–640
15. How Domestic is the Fama and French five-Factor Model? An Application to the Euro Area, Erasmus Research Institute of Management. .- № 81 (3). – May/June. – P. 637–654.
16. Fama, E.F. and French, K.R. (1998) Value versus Growth: The International Evidence. *Journal of Finance*, 53, 1975-1999. <http://dx.doi.org/10.1111/0022-1082.00080>
17. Fama, Eugene F., and Kenneth R. French (1993). “Common Risk Factors in the Returns on Stocks and Bonds”, *Journal of Financial Economics*, 33, pp. 3-56.
18. Petkova, Ralitsa (2006). “Do the Fama-French factors proxy for innovations in predictive variables?” *The Journal of Finance*, 61, pp. 581-612.
19. Fama, E. F., & MacBeth, J. D. (1973). Risk, return, and equilibrium: Empirical tests. *The Journal of Political Economy*, 607-636.
20. Fama, E. F. and K. R. French. 2000. Characteristics, covariances and average returns: 1929 – 1997. *Journal of Finance* 55: 389-406.
21. Бровина, Т.М. Теория экономического анализа [Текст]: Учебное пособие / Т.М. Бровина. - 2-изд., испр. и доп. - Архангельск: Изд-во АГТУ, 2006. - 149 с. - ISBN 5-261-00291-5.
22. Ngobo P.V. Explaining cross-country differences in the effects of R&D expenditures on risk and stock returns / P.V. Ngobo, H. Gaignon // INSEAD, 2012. – 50 p.
23. Fama French + Carhart 4-Factor portfolio returns // Jason Hsu [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.jasonhsu.org/research-data.html>. .- № 81 (3). – May/June. – P. 637–654.

24. Lintner J. The Valuation of Risky Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolio and Capital Budgets / J. Lintner // *Review of Economics and Statistics*. – 1965. – February. – P. 13–27.
25. Ross S.A. Return, Risk and Arbitrage, in: Friend I., Bicksler J. L. *Risk and Return in Finance*, Vol. 1. – Cambridge/ Mass, 1977. – S. 189–218.
26. Mossin J. Equilibrium in a Capital Asset Market / J. Mossin // *Econometrica*. – 1966. – № 34 (4). – October. – P. 768–783.
27. Tobin J. The Theory of Portfolio Selection in F.H. Hahn and F.R.P. Brechling (eds). *The Theory of Interest Rate* / J. Tobin. – London : Macmillan, 1965. – P. 3–51.
28. Black F. The Pricing of Options and Corporate Liabilities / F. Black, M. Sholes // *Journal of Political Economy*. – 1974. – № 81 (3). – May/June. – P. 637–654.
29. Markowitz H. 'Portfolio Selection' // *The Journal of Finance*. 1952 № 7.
30. Homsud N., Wasunsakul J., Phuangnark S., Joongpong J. A Study of Fama and French Three Factors Model and Capital Asset Pricing Model in the Stock Exchange of Thailand // *International Research Journal of Finance and Economics*. 2009.- № 81 (3). – May/June. – P. 637–654.