

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НУБІП України

15.03 — КМР. 1433-“С” 2022.10.11. 002 ПЗ

КРУПЕНІ ВІТАЛІЯ ОЛЕГОВИЧА

НУБІП України

2022 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

НУБІП України

Факультет інформаційних технологій

НУБІП України

УДК 004.945:336.77

«ПОГОДЖЕНО»

Декан факультету

інформаційних технологій

«ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри комп'ютерних наук

Голуб Б.Л., к.т.н., доцент

НУБІП України

Глазунова О.Г. д.п.н., професор

2022 р.

2022 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НУБІП України

на тему Програмне забезпечення системи моделювання і аналізу ризиків  
валютного портфеля банку

Спеціальність 121 «Інженерія програмного забезпечення»

Освітня програма «Програмне забезпечення інформаційних систем»

НУБІП України

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

НУБІП України

професор д.т.н.  
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Бондаренко Віктор Євгенович  
(ПІБ)

Виконав

(підпис)

Крупеня Віталій Олегович  
(ПІБ студента)

НУБІП України

КИЇВ-2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет інформаційних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

доц., к.т.н

Голуб Б.Л.

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

(ПІБ)

2022 року

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Крупеня Віталій Олегович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 121 «Інженерія програмного забезпечення»

Освітня програма «Програмне забезпечення інформаційних систем»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Програмне забезпечення системи моделювання аналізу ризиків валютного портфеля банку» затверджена наказом ректора НУБіП України від «11» жовтня 2022 р. №1433-С

Термін подання завершеної роботи на кафедру \_\_\_\_\_

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи

1. Математична модель оцінки ризиків валютного портфеля.
2. Інформаційні критерії для визначення показника якості математичної моделі.
3. Програмний осередок для проведення аналізу.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Механізм оцінки ризиків валютного портфеля
2. Актуальні методи оцінки ризиків.
3. Перевірка якості отриманого показника

Дата видачі завдання « \_\_\_\_\_ »

20 \_\_\_\_\_ р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_

Бондаренко В.Є.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

Крупеня В. О.

(підпис)

(прізвище та ініціали студента)

## ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 РОЗДІЛ 1 СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	6
1.1 Активні банківські операції	6
1.2 Оцінки якості кредитного портфеля з погляду ризику	10
1.3 Основа фінансового ризику	16
2 РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ОЦІНКИ ФІНАНСОВИХ РИЗИКІВ	22
2.1 Обрання методів оцінки фінансових ризиків	22
2.2 Математичний апарат опрацювання ризиків	29
2.3 Критерій Акайке та критерій Шварца	34
3 РОЗДІЛ 3 ПРОЕКТУВАННЯ СТРУКТУРИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	37
3.1 Проектування програмного забезпечення	37
3.2 Інтеграція принципів динамічного програмування	40
3.3 Розробка архітектури програмного продукту	44
4 РОЗДІЛ 4 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ РОЗРОБЛЮВАНОЇ СИСТЕМИ	47
4.1 Генерація загального алгоритму роботи	47
4.2 Інтерпретація математичного апарату	50
4.3 Ілюстрація роботи програмного продукту	53
ВИСНОВКИ	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	58
ДОДАТКИ	60

## ВСТУП

# НУБІП УКРАЇНИ

Кредитний портфель – сукупність виданих банком кредитів, які на певну дату поки що не погашені, тобто перебувають у користуванні позичальників.

Видаючи кредити позичальникам, банк цим формує свій кредитний портфель.

# НУБІП УКРАЇНИ

Кредитний портфель банку складають залишки коштів за балансовими рахунками за короткостроковими, довгостроковими та простроченими кредитами і цей показник відображає сукупність заборгованостей за активними кредитними операціями.

# НУБІП УКРАЇНИ

В свою чергу активні операції банку - це діяльність з розміщення залучених та власних коштів банківської установи з метою отримання доходу, забезпечення своєї ліквідності та створення умов для проведення інших банківських операцій.

До них відносяться:

- 1) кредитні (обліково-позикові) операції;
- 2) фондові – операції із цінними паперами.
- 3) касові, акцептні операції,
- 4) угоди з іноземною валютою, нерухомістю.
- 5) інвестиційні операції,
- 6) операції з формування майна банку,
- 7) комісійно-посередницькі (факторинг, лізинг, форфетинг та ін.).

# НУБІП УКРАЇНИ

Об'єктом дослідження, що проводиться є методика оцінки ризиків, що пов'язані з діяльністю, яка проводиться відносно валютного портфелю банку.

# НУБІП УКРАЇНИ

Предметом дослідження є застосування регресійного аналізу в сукупності з інформаційними критеріями показників якості Акайке та Шварца.

Мета наукового дослідження полягає у розробці моделі визначення ризиків валютного портфелю.

Завдання, визначені метою дослідженню полягають у наступному:

# НУБІП УКРАЇНИ

Аналіз активних банківських операцій та виділення серед них саме тих, на базі яких проводитиметься діяльність.

Обрання найкращих методів оцінки фінансових ризиків.

Інтеграція інформаційного критерію для визначення показника якості моделі.

Проектування програмного забезпечення.

Методи дослідження ґрунтуються на багатофакторній кореляції, рядах динаміки та методі компонентного аналізу. Багатофакторна кореляція дозволяє

встановити зв'язок між багатьма ознаками і результируючим показником. Ряди динаміки дозволяють встановити зв'язок між досліджуваним показником та його розвитком. Компонентний аналіз дає змогу встановити зв'язок між

досліджуваним показником і групою факторів, в які згруповані показники.

Наукова новизна проведеного наукового дослідження полягає в тому, що вперше було застосовано поєднання математичної моделі визначення ризиків валютного портфелю з одночасною перевіркою цієї моделі за допомогою інформаційних критеріїв. Таким чином запропоновано визначення найоптимальнішої моделі визначення ризику.

Магістерська кваліфікаційна робота написана обсягом 60 сторінок, та містить 29 формул, 12 рисунків та 10 таблиць.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 1 СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

# НУБІП України

### 1.1 Активні банківські операції

# НУБІП України

Види активних операцій, що є на сьогоднішній день.

Активні банківські операції, що різняться за формою, призначенням, економічним змістом, ліквідністю, ступенем доходності та показником ризику.

Можна виділити наступні.

# НУБІП України

#### 1) Кредитні операції

Не дивлячись на свій високий ризик, саме кредитування підприємств та приватних осіб є для банків головним джерелом доходів.

#### 2) Форфейтингові операції

# НУБІП України

Це різновид позичкових операцій, котрі мають на увазі купівлю векселів та деяких інших фінансових документів.

Форфетування є формою кредитування експорту шляхом купівлі зобов'язань та інших боргових вимог стосовно зовнішньоторговельних операцій,

погашення котрих відбувається на певний період у недалекому майбутньому.

# НУБІП України

Суть форфетування наступна: якщо у постачальника немає можливості надати платнику на тривалий термін комерційний кредит, то він звертається до банку з пропозицією купити передбачувані боргові вимоги щодо цього покупця.

Після оцінки банком власних ризиків з даної операції постачальнику виплачується сума вартості постачання з відрахуванням витрат.

# НУБІП України

#### 3) Факторингові операції

Придбання банком або спеціалізованою компанією грошових вимог постачальника до покупця та їх інкасація за деяку винагороду.

#### 4) Інвестиційні операції

# НУБІП України

Друга за рентабельністю група активних банківських операцій, в яких банки вкладають свої та запозичені ресурси у цінних паперах із одною метою - отримання із них доходу.

Вкладення коштів відбувається таким шляхом:

Прямі інвестиції.

Портфельне інвестування, коли цінними паперами різних емітентів керують як єдиним цілим.

Лізингових операцій.

Вкладення коштів у банківську нерухомість, обладнання, нематеріальні активи для здійснення банківської діяльності.

5) Операції з цінними паперами

Даний вид активних банківських операцій можна умовно поділити на великі групи:

1) Обліково-позичні операції – це облік векселів, видача позик під заставу векселів і товарних документів, іпотечні кредити, позики під цінні папери.

2) Інвестиційні – куди входять також арбітражні операції банків власним коштом, котрі мають на меті отримання доходу з допомогою курсових різниць.

Особливості активних банківських операцій

Активні операції є другорядними стосовно пасивних, оскільки розміри і терміни перших безпосередньо залежать від аналогічних параметрів других.

Банк може розмістити ті ресурси, котрі залучив в результаті пасивних операцій, оскільки переважаюча більшість пасивних операцій здійснюється з допомогою позикових коштів. Тому активні операції повинні бути так налагоджені, щоб терміни повернення грошей до банку відповідали термінам повернення клієнтам.

Слід виділити деякі аспекти активних банківських операцій:

1) Угоди розміщення фінансових ресурсів здійснюються банками від свого імені, а не від імені тих осіб, чиї тимчасово вільні гроші стали пасивами банку.

2) Активні операції здійснюються банками власним коштом. Витрати щодо залучення накопичених ресурсів в обороті належать до тих витрат, котрі мають бути покриті доходами, з урахуванням нарахованих відсотків власникам банківських рахунків.

3) Банк розпоряджається наявними фінансовими ресурсами на власний ризик. Збитки від несприятливих економічних наслідків зосереджуються



безпосередньо у банку. Тому власники банківських рахунків не мають відношення до цих банківських ризиків.

4) За своєю економічною сутністю активні банківські операції неоднорідні: капітал може зберегти свою грошову форму, але бути докладним. Або грошова форма може змінитися на натуральну, або конвертуватися.

Роль банківських операцій

Сучасна банківська установа виконує в загальному до 100 видів послуг та угод, котрі взаємопов'язані між собою, а особливо залежні одна від одної це активні та пасивні операції. Причиною цього є – походження капіталу. Зазвичай

банки оперують чужими коштами, а тому масштаби активних і пасивних операцій багато в чому залежать від конкурентоспроможності даної установи, її становища над ринком та кількості клієнтів.

Також всі види банківських операцій взаємопов'язані через потреби клієнтів, а особливо великих. Так, корпоративний позичальник вважає за краще в той самий час відкрити поточний рахунок, робити інвестиції в цінні папери, надати власне майно на довірче управління разом із використанням кредитних карток та доступом до платіжних терміналів для отримання або внесення грошей у неробочі години.

Це в свою чергу стимулює менеджмент банку запроваджувати нові форми обслуговування клієнтів, надавати супутні, або доповнюючі, у тому числі безкоштовні послуги.

Для того щоб підсумувати все вищесказане за допомогою мови цифр та дослідити більш наочно, можна звернутися до накопичених статистичних даних, які описують масштаби валютних операцій в Україні. Це інформація, що є доступною у відкритих джерелах. І використати її може кожен охочий. Саме вона описує динаміку популяризації даних валютних операцій. Підбравши підсумки за відповідні роки, отримаємо наступні таблиці.

Таблиця 1.1  
Індекс валютних торгів за 2013-2020

Період	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
--------	------	------	------	------	------	------	------	------

Індекс ПФТС	300,53	386,92	240,70	265,15	315,06	559,36	509,65	499,75
Загальний обсяг торгів за період, млн	112 973	99 828	48 940	95 024	65 653	114 018	114 849	132 718

Таблиця 1.2  
Індекс валютних торгів за 2021

Період	2021				
	вересень	жовтень	листопад	грудень	за рік

Індекс ПФТС	526,25	526,25	523,25	522,77	522,77
Загальний обсяг торгів за період, млн	21 823	20 439	27 056	20 343	221 579

Інформація з відкритих джерел національного банку України, доступна лише з вересня 2021 року. Однак і ці дані можна використати для порівняння з аналогічними періодами наступного року. Також є дані за рік, котрі можна порівняти з попередніми періодами.

Таблиця 1.3  
Індекс валютних торгів за 2022

Період	2022									
	січ.	лют.	бер.	квіт.	трав.	черв.	лип.	серп.	вер.	

Індекс ПФТС	521,94	519,20	519,20	519,20	519,20	519,20	519,20	519,20	519,20	519,20
Загальний обсяг торгів за період, млн	28 344	19 331	1 144	856	887	1 830	604	5 483	5 466	

Оперуючи даними, які відображаються у таблицях 1-3, можна зрозуміти масштаб, котрий займають валютні операції на фінансовому ринку України. Зрозуміло, що чим більша сума операції тим небезпечніші ризики, з якими вона пов'язана. А це в свою чергу підводить нас до оцінки цих ризиків.

## 1.2 Оцінки якості кредитного портфеля з погляду ризику

В умовах переходу до ринкової економіки в банківській сфері збільшується питома вага правильної оцінки ризику, котрий бере на себе банк, здійснюючи різні грошові операції. Для банківської діяльності важливим є не стільки уникнення ризику взагалі, а його передбачення та зниження до мінімального значення, тобто застосування різних методів управління ризиками.

Ризик, як вартісний вираз імовірності подій, тим більший, чим більша можливість отримати прибуток. Значить, отримати прибуток можна в тому випадку, коли ймовірність зазнати втрат буде зведена до мінімального рівня. У цій сфері існують дуже актуальні проблеми, що пов'язані з розробленням єдиних основ оцінки та методів розрахунку кредитного ризику за кожним окремим позичальником, галуззю, країною в цілому, тощо.

Під ризиком в загальному розуміють загрозу втратити власником частини своїх накопичень, недоотримання доходів або виникнення додаткових витрат у результаті здійснення певних фінансових операцій.

Кредитний ризик, або ризик неповернення боргу, може бути промисловим (таким що пов'язаний з ймовірністю спаду виробництва або попиту на продукцію певної галузі); ризик, що обумовлений невиконанням з певних причин договірних умов; ризик, що пов'язаний з трансформацією видів ресурсів (найчастіше за строком), та ризик форс-мажорних обставин.

До методів, котрі знижують кредитний ризик, можна віднести такі:

- лімітування кредитів;
- диверсифікацію кредитних вкладень;
- вивчення та оцінювання кредитоспроможності позичальника;

— вимогання від клієнтів достатнього та якісного забезпечення щодо виданих кредитів;

— контроль та оперативність при стягненні боргу;

— страхування кредитних операцій;

— видачу кредитів на консорціумній основі;

— використання плаваючої процентної ставки;

— облік та врахування зовнішніх ризиків (ризик галузі, району країни)

— використання теорії зважених ризиків.

З кредитним ризиком тісно пов'язаний також і процентний ризик — це ймовірність втрати власником в результаті перевищення процентної ставки, що була сплачена за залученими ресурсами, над процентною ставкою за виданими кредитами. У разі кредитування в іноземній валюті виникає ймовірність втрат, пов'язаних зі зміною курсу валюти кредитування.

Основним завданням керування банківськими ризиками є визначення ступеня допустимості ризику й прийняття практичного рішення, котре спрямоване на розроблення заходів, що дають можливість зменшити вірогідність втрат.

Якісне оцінювання свого кредитного портфеля має на меті, насамперед, максимально знизити ризик неповернення позики, що веде в свою чергу до значних втрат і може привести його і до банкрутства.

Для оцінювання якості кредитного портфеля, з погляду кредитного ризику, застосовуються наступні показники:

— коефіцієнт покриття класифікованих позик;

— питома вага зважених класифікованих позик;

— коефіцієнт питомої ваги проблемних позик;

— коефіцієнт питомої ваги збиткових позик.

Перераховані показники слід проаналізувати у динаміці, виявити тенденцію що їх змінює та причини їх погіршення. Розрахунок даних коефіцієнтів допомагає визначити тенденції погіршення фінансового стану та шляхи збільшення економічної ефективності кредитних операцій.

Коефіцієнт покриття класифікованих позик (Кп.к.п) розраховується як відношення зважених класифікованих позик (Кзв.кл) до капіталу (К):

$$K_{п.к.п} = \frac{K_{зв.кл}}{K}$$

Даний показник комплексно характеризує якість кредитного портфеля з погляду ризику в закономірності з його захищеністю власним капіталом. Збільшення цього коефіцієнта в динаміці вважається негативним явищем і говорить про підвищення ймовірності збитків у майбутньому.

Коефіцієнт питомої ваги зважених класифікованих позик (Кп.зв.кл) розраховується як відношення зважених класифікованих позик (Кзв.кл) до загальної суми позик (П):

$$K_{п.зв.кл} = \frac{K_{зв.кл}}{П}$$

Зважені класифіковані позики розраховуються добутком суми кредитів певної групи ризику на відповідний коефіцієнт.

Коефіцієнт прострочених позик (Кп.п) розраховується як відношення позик з простроченою виплатою процентів та основної суми боргу (Ппростр) до загального обсягу позик (П):

$$K_{п.п} = \frac{П_{простр}}{П}$$

Цей коефіцієнт вказує на ту частину позик у портфелі, виплати за якими були погашені невчасно, та на ті, котрі не були погашені взагалі. Високий процент свідчить про погіршення кредитної діяльності. Значний приріст за аналізований період свідчить про можливі значні збитки в перспективі.

Коефіцієнт збитковості позик (Кзб) розраховується як співвідношення збитків за позиками, отриманими за аналізований період (Зп) до середнього загального обсягу позик (П), або до загального обсягу позик.

$$K_{зб} = \frac{Зп}{П}$$

Коефіцієнт збитковості визначає частину позик, які за певний період призвели до збитку. Зростання цього показника може свідчити про погіршення політики дотримання допустимого рівня ризику.

Для розрахунку цих показників спочатку необхідно розрахувати суму класифікованих позик (табл. 1.4).

Таблиця 1.4  
Розрахунок зважених класифікованих позик за ступенем ризику

Групи ризику позик	2020 р.			2021 р.		
	сума позик, тис. грн	коєф. ризику	сума позик, зважених на коефіцієнт, тис. грн	сума позик, тис. грн	коєф. ризику	сума позик, зважених на коефіцієнт, тис. грн
1. Стандартні	79 090	0,01	791	62 000	0,01	620
2. Під контролем	29 470	0,05	1474	30 020	0,05	1501
3. Субстандартні	11 760	0,20	2352	17 040	0,20	3408
4. Сумнівні	5680	0,50	2840	4200	0,50	2100
5. Безнадійні	9190	1,00	9190	9480	1,00	9480
Разом позик	135 200	x	17 438	122 740	x	17 729

Як видно з даних таблиці, у разі зменшення загальної суми кредитного портфеля сума зважених класифікованих позик зросла у звітному періоді до

17 729 тис. грн, проти 17 438 тис. грн у попередньому періоді, тобто на 291 тис. грн. Це свідчить про явне погіршення якості кредитного портфеля. Основні показники, що характеризують якість кредитного портфеля, зведені в табл. 1.5.

Таблиця 1.5

## Аналіз якості кредитного портфеля з погляду ризику

Показники	Попередній період	Звітний період	Відхилення	
			абсолютне	відносне, %
1. Загальна сума позик, тис. грн	135 200	122 740	-12 460	-9,2
2. Зважені класифіковані позики, тис. грн	17 438	17 729	+291	+1,7
3. Коефіцієнт питомої ваги зважених класифікованих позик	0,129	0,144	+0,015	+11,6
4. Капітал, тис. грн	27 340	39 700	+12 360	+45,3
5. Коефіцієнт покриття зважених класифікованих позик	0,638	0,297	-0,341	-53,4
6. Позики з простроченою виплатою процентів та основної суми, тис. грн	26 630	30 720	+4 090	+15,4
7. Коефіцієнт проблемних позик	0,197	0,250	+0,053	+26,9
8. Збитки за позиками, тис. грн	9190	9480	+290	+3,2
9. Коефіцієнт збитковості позик	0,068	0,077	+0,009	+13,2

Так, коефіцієнт питомої ваги зважених класифікованих позик (коефіцієнт якості кредитного портфеля) у звітному періоді становив:

$$K_{\text{кпл}}^1 = \frac{17\,729}{122\,740} = 0,144$$

а в попередньому періоді:

$$K_{\text{кпл}}^0 = \frac{17\,438}{185\,200} = 0,094$$

тобто коефіцієнт якості кредитного портфеля став нижчим на 0,015.

Коефіцієнт покриття зважених класифікованих позик власним капіталом значно поліпшився — на 0,341, тобто більше ніж удвічі.

Це говорить нам про те, що підвищення ризикованості кредитного портфеля було підстраховано значним зростанням власного капіталу, який гарантує фінансову стабільність роботи навіть за деяких умов підвищення ризику. Тобто підвищення ризикованості кредитного портфеля (за умови підвищення прибутковості) було виправданим.

Не дивлячись на суттєве поліпшення коефіцієнта покриття зважених класифікованих позик, його значення у звітному періоді було на досить низькому рівні, за прийнятою рейтинговою оцінкою відноситься до граничних значень, а в базисному періоді його значення можна розцінювати як незадовільне.

Згідно з рейтинговою системою CAMEL рекомендовано таке співвідношення між вартістю класифікованих позик (активів) та капіталом:

Таблиця 1.6

Рекомендації рейтингової системи CAMEL

Значення коефіцієнта, %	Бальна оцінка	Оцінка фінансового стану банку
Менше 5	1	Сильний
Від 5 до 15	2	Задовільний
Від 15 до 30	3	Посередній
Від 30 до 50	4	Граничний
Понад 50	5	Незадовільний



Цю шкалу доцільно використовувати тоді, коли питома вага кредитних вкладень у загальних активах досить висока.

Про неналежний контроль за якістю кредитного портфеля свідчить також і велика питома вага прострочених, несплачених та збиткових позик у загальній заборгованості клієнтів. Так, у звітному періоді коефіцієнт проблемних позик становив 0,250, або 25 % від загальної суми кредитного портфеля, а в базисному періоді — відповідно 0,197, або 19,7 %. Цей коефіцієнт збільшився (тобто погіршився) на 5,3 процентного пункту відповідно. Тенденцію до погіршення

має і коефіцієнт збитковості позик, котрий підвищився на 0,9 процентного пункту (з 6,8 % до 7,7 %). Якщо така сама тенденція спостерігалась і в попередньому періоді, то можна зробити висновок про слабку роботу з управління якістю активів. Тому виправданою є політика НБУ, спрямована на підвищення розміру власних коштів та статутного фонду, які знижують імовірність банкрутства за погіршення якості його активів.

Загальний висновок, що можна зробити, виходячи з результатів аналізу якості кредитного портфеля з погляду ризику, необхідно проводити обережнішу кредитну політику, ретельніше підходити до оцінювання платоспроможності позичальників на стадії надання кредитів, приділяти увагу цільовому використанню наданих позик та контролю за діяльністю позичальника з метою своєчасного виявлення негараздів та запобігання можливих втрат за позиками.

### 1.3 Основа фінансового ризику

На сьогодні немає однозначного розуміння сутності ризику. Це обумовлює можливість існування декількох визначень понять ризику з різних точок зору. Існує чітко помітний тісний зв'язок ризику, ймовірності та невизначеності.

Ймовірність є фундаментальним визначенням теорії ймовірностей і дозволяє кількісно порівнювати події за ступенем їх можливості.

Ймовірність це можливість одержання визначеного результату. Насамперед поняття ймовірності пов'язане з поняттям частоти події. Як одиницю виміру беруть ймовірність достовірної події. Прикладом такої події може служити факт одержання доходу від реалізації продукції, оскільки неможлива така ситуація, коли підприємство продавало б продукцію, не маючи на неї ціни (зрештою, ціна може бути нульовою, у такому випадку і дохід буде нульовим).

Невизначеність припускає наявність певних факторів, за яких результати дій не є детермінованими, а ступінь можливого впливу цих факторів на результати невідомий; наприклад, це неповнота або неточність інформації.

Умови невизначеності, що мають місце за будь-яких видів підприємницької діяльності, є предметом дослідження та об'єктом постійного спостереження економістів різних профілів, а також фахівців інших галузей (юристів, соціологів, політологів, психологів тощо). Такий комплексний підхід до вивчення даного явища (явища невизначеності в бізнесі) пов'язаний з тим, що господарські суб'єкти в процесі свого функціонування виробовують залежність від цілої низки факторів.

На підставі всього вищесказаного можна зробити висновок, що в основу ризику закладена імовірна природа ринкової діяльності і невизначеність ситуації при її здійсненні.

Значить, можна охарактеризувати ризик як імовірність недоодержання планованих доходів за умов невизначеності, котра супроводжує діяльність підприємства.

Детальніше зрозуміти економічну сутність ризику можна за допомогою його класифікації за певними ознаками (рис. 1.1).

Виділяють чисті ризики, котрі припускають можливість одержання тільки збитку, і спекулятивні ризики, що допускають одержання або позитивного, або негативного результату.

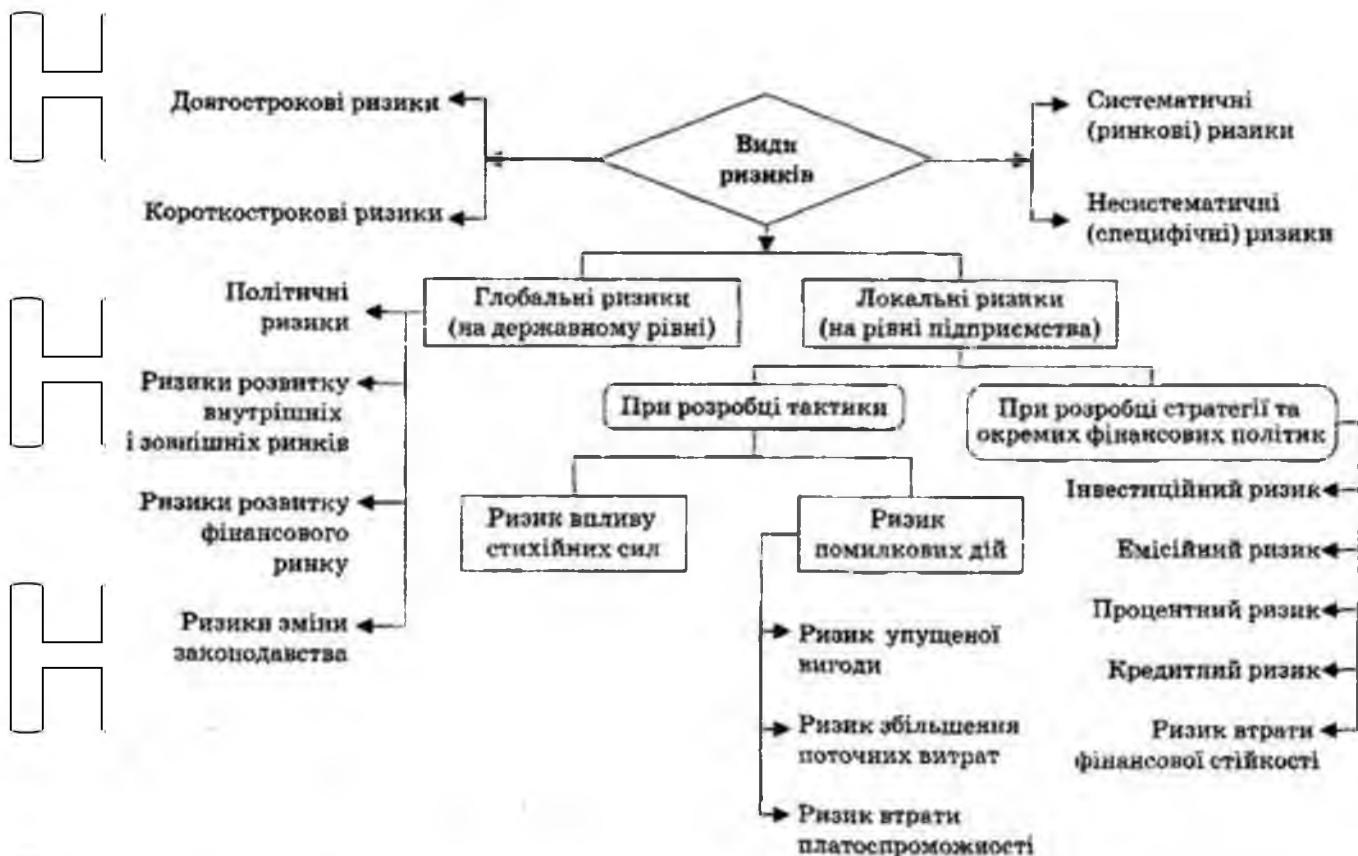


Рис. 1.1 Класифікація фінансових ризиків

Як видно з рисунку, не всі ризики є залежними від дій інвестора і тому є невартими того, щоб розглядати їх в подальшому. Натомість варто зосередитись на тих, котрі можна прорахувати програмно і виділити як ті, що несуть можливу загрозу. З позиції інвестора всі перелічені ризики можуть бути об'єднані в одну групу - загальний ризик або ризик окремих цінних паперів (Рис. 1.2).

Саме така категорія фінансових ризиків і цікавить нас в першу чергу. На базі них можна більш точно і повно розробити математичну модель, яка працюватиме.

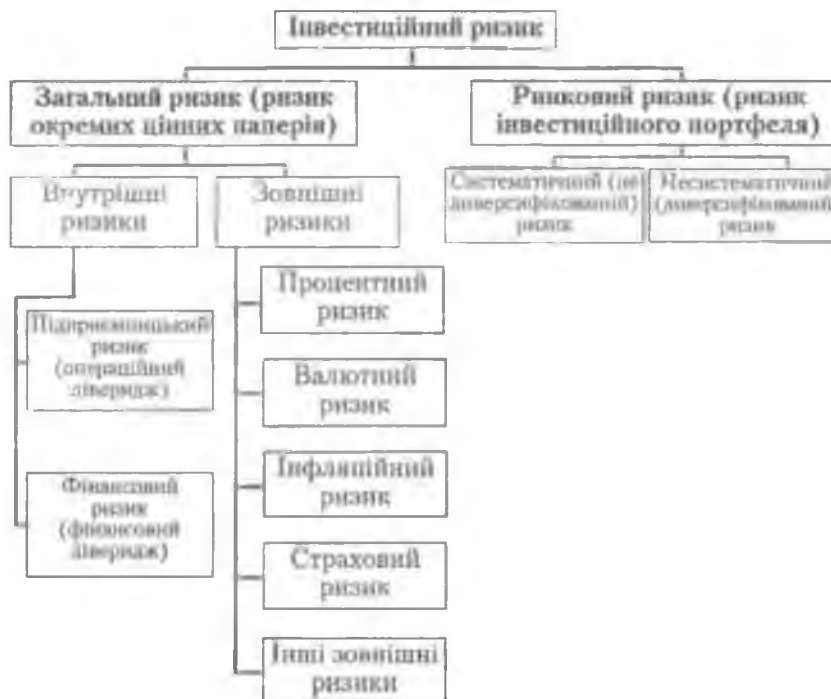


Рис. 1.2 Класифікація інвестиційних ризиків

Інвестор, як правило, не тримає тільки один вид цінних паперів. Життєвий принцип «не складати всі яйця в один кошик» підказує, що значно надійніше мати набір з декількох, незалежних фінансових інструментів, випущених різними емітентами, або званий портфель інвестицій. У цьому випадку більш важливим для інвестора є не рівень загального ризику кожного цінного папера окремо, а загальний ризик інвестиційного портфеля, або ще ринковий ризик. Поєднуючи різні фінансові інструменти в портфель, інвестор прагне максимально диверсифікувати ризик, тобто уникнути одночасної зміни прибутковості кожного інструмента в тому самому напрямку.

Чим менше паперів у портфелі, тим вище величина несистематичного ризику, що може бути знижена шляхом диверсифікованості портфеля, тобто шляхом поміщення в нього все більшої кількості різних фінансових активів.

Вважається, що портфель, який складається з 40 випадково відібраних акцій, є достатньо диверсифікованим і додавання в нього кожної нової акції вже не буде давати настільки ж високого зниження несистематичного ризику, як це було для перших 40 цінних паперів.

Диверсифікованість інвестиційного портфеля є найбільш очевидним і простим способом мінімізації ризику. Якщо скористатися статистичною термінологією, диверсифікований ризик відображається в ступені кореляції між окремими активами, що входять у портфель. Однак, поряд із взаємозв'язками між акціями, що знаходяться у портфель, існує кореляція їхньої прибутковості із прибутковістю ринку в цілому, тобто поведінка «середньої» акції. Вплив цього зв'язку не можна усунути шляхом простої диверсифікованості портфеля, тому управління інвестиційним ризиком припускає використання більш складних методів. Для правильного розуміння їхньої суті необхідно більш докладно розглянути загальні принципи кількісного виміру ризику.

Середнє арифметичне очікуваних доходів ( $r$ ) інвестиції, зважене по ймовірності виникнення окремих значень, називається математичним очікуванням. Умовимося називати цю величину середньою очікуваною прибутковістю:

$$r = \sum_i r_i \times p_i \quad (1.1)$$

де  $p_i$  - ймовірність одержання прибутковості  $r_i$ .

У статистиці кількісним вимірником ступеня розкиду значень змінної навколо її середньої величини (математичного очікування) є показник дисперсії ( $\sigma^2$ ).

$$\sigma^2 = \sum_i (r_i - \bar{r})^2 \cdot p_i \quad (1.2)$$

Квадратний корінь із дисперсії називається середнім квадратичним або стандартним відхиленням  $\sigma$ :

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\sum_i (r_i - \bar{r})^2 \cdot p_i} \quad (1.3)$$

Даний показник використовується у фінансовому менеджменті для кількісного виміру ступеня ризику планованих інвестицій. Чим більше розкид

очікуванню значень прибутковості вкладень навколо їх середньоарифметичної величини, тим вище ризик, пов'язаний з даним вкладенням. Фактична величина прибутковості може бути як значно вищою, так і значно нижчою її середньої величини.

Практична цінність такого підходу полягає не тільки (і не стільки) у застосуванні статистичних формул, а в усвідомленні необхідності різноманітного планування інвестиційних рішень. Будь-які очікувані результати цих рішень можуть носити лише імовірнісний характер. Від фінансиста вимагається не тільки правильно застосувати формулу розрахунку прибутковості інвестицій, а й дати кількісну оцінку ймовірності виникнення конкретного результату. Як мінімум, необхідно планувати не менше трьох варіантів розвитку подій: оптимістичний, песимістичний і найбільш ймовірний (реалістичний). Повна ймовірність виникнення всіх цих варіантів повинна дорівнювати 1.

Тісноту зв'язку двох змінних у статистиці вимірюють за допомогою коефіцієнтів кореляції, які розраховуються за формулою:

$$\rho_{AB} = \frac{Cov(A, B)}{\sigma_A \times \sigma_B} \quad (1.4)$$

де  $Cov(A, B)$  - коефіцієнт коваріації між прибутковістю акцій А та Б.

Коефіцієнт коваріації обчислюється за формулою:

$$Cov(A, B) = \sum_i (r_i^A - r) \times (r_i^B - r) \times p_i \quad (1.5)$$

## РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ОЦІНКИ ФІНАНСОВИХ РИЗИКІВ

### 2.1 Обрання методів оцінки фінансових ризиків

Методичною основою ризик-менеджменту є сукупність методів якісного і кількісного аналізу фінансових ризиків (рис. 2.1).

Якісний аналіз має на увазі ідентифікацію ризиків, виявлення джерел і причин їх виникнення, встановлення потенційних зон ризику, визначення можливих вигод та негативних наслідків від реалізації ризикового рішення. Варто детально охарактеризувати окремі аспекти якісного аналізу ризиків.



Рис. 2.1 Сукупність методів аналізу фінансових ризиків

Визначення фінансових ризиків полягає у виявленні всіх видів можливих ризиків, які пов'язані з кожною конкретною операцією. При цьому важливо у складі портфеля фінансових ризиків виділити ті ризики, які залежать безпосередньо від самого підприємства, і зовнішні ризики, які визначаються макроекономічною діяльністю. Можливий портфель фінансових ризиків підприємства наведено у табл. 2.1.

Визначення факторів ризику доцільно здійснювати за зовнішніми і внутрішніми фінансовими ризиками. Зовнішні фінансові ризики можуть бути зумовлені загальноекономічними та ринковими факторами.

До загальноекономічних факторів слід віднести наступне: загальний спад обсягів виробництва в країні, збільшення рівня інфляції, уповільнення платіжного обороту, недосконалість і нестабільність податкового законодавства, зменшення рівня реальних доходів і купівельної спроможності населення та ін.

Серед ринкових факторів ризику можна виділити наступні: зменшення місткості внутрішнього ринку, падіння ринкового попиту, збільшення пропозиції товарів-субститутів, нестабільність фінансового і валютного ринків, недостатню ліквідність фондового ринку тощо.

Таблиця 2.1

#### Портфель фінансових ризиків підприємства

Види фінансових ризиків	Види діяльності та фінансові операції						
	Виробнича діяльність	Комерційна діяльність	Фінансова діяльність				
			Інвестиційна діяльність	Кредитна діяльність (надання комерційного кредиту)	Валютні операції	Податкові розрахунки	Розрахункові операції
<b>Зовнішні ризики</b>							
Інфляційний ризик.	+	+	+	+	+	+	+
Депозитний ризик			+		+		
Податковий ризик		+			+	+	+
Процентний ризик			+	+			
Валютний ризик			+		+		
<b>Внутрішні ризики</b>							



Ризик зниження фінансової стійкості		+	+	+		+	
Ризик неплатоспроможності		+	+	+		+	+
Інвестиційний ризик			+	+			
Кредитний ризик							
Ризик упущеної вигоди	+	+	+	+		+	+

\* Знаком "+" відзначено ті види ризику, які пов'язані зі здійсненням конкретних операцій.

Внутрішні ризики підприємства залежать від впливу виробничо-комерційних, інвестиційних і фінансових факторів, основні з яких систематизовано у табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Фактори, що визначають внутрішні ризики підприємства

Група факторів	Фактори ризику
Виробничо-комерційні фактори	— Низька ефективність використання основних виробничих засобів.
	— Невдало вибрана або недостатньо диверсифікована асортиментна структура продукції.
	— Високий рівень матеріаломісткості та трудомісткості продукції.
	— Висока частка постійних витрат.
	— Надмірний обсяг страхових і сезонних запасів.
	— Неефективна цінова політика.
	— Неефективні виробничий менеджмент і маркетинг в цілому

Інвестиційні фактори	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Збільшення строків будівництва інвестиційних об'єктів.</li> <li>— Суттєві перевитрати інвестиційних ресурсів.</li> <li>— Невихід на заплановані обсяги прибутку від інвестиційних проектів.</li> <li>— Тривалий строк окупності початкових інвестицій.</li> <li>— Невдало сформований фондовий портфель.</li> <li>— Неефективний інвестиційний менеджмент в цілому</li> </ul>
Фінансові фактори	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Неефективна структура капіталу, надмірне залучення позикових коштів.</li> <li>— Висока середньозважена ціна капіталу.</li> <li>— Недостатність довгострокових джерел фінансування активів.</li> <li>— Низька оборотність оборотних активів.</li> <li>— Недостатня ліквідність активів.</li> <li>— Завищений обсяг дебіторської заборгованості.</li> <li>— Агресивна дивідендна політика.</li> <li>— Неефективний фінансовий менеджмент в цілому</li> </ul>

Встановлення потенційних зон фінансових ризиків полягає у порівнянні можливих фінансових втрат із розрахунковою сумою прибутку, доходу, власного капіталу підприємства. Залежно від величини можливих фінансових втрат розрізняють чотири основні зони фінансового ризику (рис. 2.2):

**безризикова зона:** тобто ризик зовсім незначний, фінансових втрат практично немає, забезпечений фінансовий результат в обсязі розрахункової суми прибутку;

**зона допустимого ризику:** ризик приблизно середній, можуть мати місце фінансові втрати в обсязі розрахункової суми прибутку;

**зона критичного ризику:** ризик високий, можливі фінансові втрати в обсязі розрахункової суми валового доходу;

— зона катастрофічного ризику: ризик дуже високий, можливі фінансові втрати в обсязі суми власного капіталу.

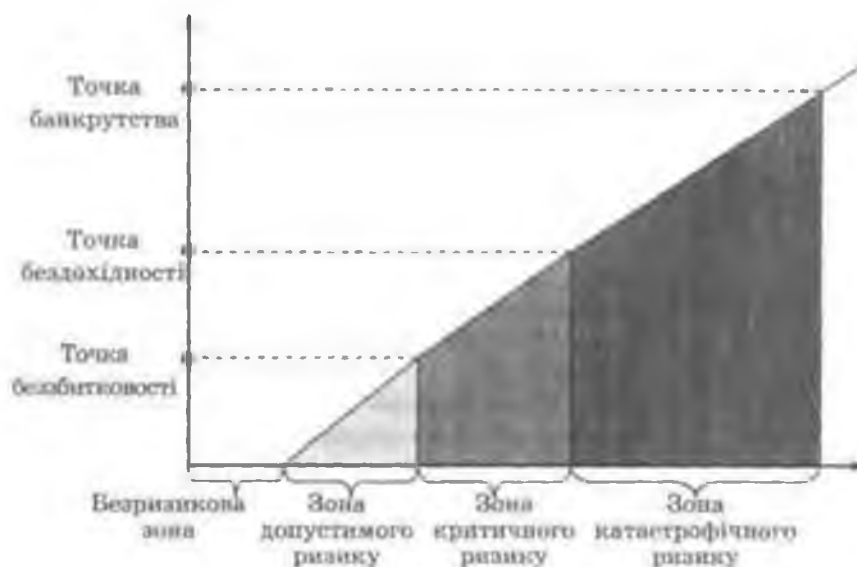


Рис. 2.2 Зони фінансового ризику

На відміну від якісного аналізу кількісний аналіз полягає у визначенні конкретного обсягу грошових збитків від окремих видів фінансових ризиків. Для цього можна використовувати економіко-статистичні методи: розрахунково-аналітичні, експертні, аналогові. Варто більш детально розглянути ці методи.

Економіко-статистичні методи оцінки ризику передбачають вивчення статистики втрат і прибутків на цьому або аналогічному підприємстві за попередні періоди. На базі масиву зібраного статистичного матеріалу визначають величину і частоту отримання вигоди та виникнення фінансових втрат. При цьому активно використовують такі інструменти статистичного методу як: дисперсія, стандартне (середньоквадратичне) відхилення, коефіцієнт варіації.

Дисперсія - це середньозважена величина з квадрата відхилень дійсних фінансових результатів від середніх, визначається за формулою:

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot P_i,$$

(2.1)

де  $\sigma^2$  - дисперсія;

$x_i$  - значення можливого фінансового результату;

$\bar{x}$  - середнє значення можливого фінансового результату;

$P_i$  - імовірність виникнення можливого фінансового результату.

Середньоквадратичне (стандартне) відхилення ( $\sigma$ ) визначається за формулою:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot P_i}, \quad (2.2)$$

Економічний зміст середньоквадратичного відхилення з погляду теорії ризиків полягає в характеристиці максимально можливого келвання досліджуваного параметра від його середнього очікуваного значення.

Чим більша величина дисперсії і середньоквадратичного відхилення, тим ризикованіше управлінське рішення.

Моделювання ситуації. Враховуючи вплив ринкових факторів, підприємство за існуючої структури капіталу може мати різний очікуваний рівень рентабельності власного капіталу (Рвк):

1-й варіант -  $P_{вк} = 18\%$  (імовірність - 0,25);

2-й варіант -  $P_{вк} = 15\%$  (імовірність - 0,5);

3-й варіант -  $P_{вк} = 9\%$  (імовірність - 0,25).

Знайти дисперсію і стандартне відхилення фінансового результату.

Очікуваний рівень рентабельності власного капіталу:

$$18 \cdot 0,25 + 15 \cdot 0,5 + 9 \cdot 0,25 = 14,25\%$$

Це і є середнє значення можливого фінансового результату.

Результат розрахунку дисперсії і середньоквадратичного відхилення можна переглянути у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

## Розрахунок дисперсії і середньоквадратичного відхилення

Можливий рівень рентабельності власного капіталу, %	Відхилення від очікуваної (середньої) рентабельності власного капіталу	Квадрат відхилення	Імовірність	Дисперсія
18	18 - 14,25 = 3,75	14,06	0,25	14,06 · 0,25 = 3,52
15	15 - 14,25 = 0,75	0,56	0,5	0,56 · 0,5 = 0,28
9	9 - 14,25 = -5,25	25,56	0,25	25,56 · 0,25 = 6,39
<b>Разом</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>1,00</b>	<b>10,19</b>

Середньоквадратичне відхилення:  $\sqrt{10,19} = 3,19$

Тобто з урахуванням імовірності розвитку всіх варіантів подій рівень рентабельності може відхилитися від 14,25% на 3,19 пункта.

Коефіцієнт варіації (V) - це відносна величина і розраховується як відношення середньоквадратичного відхилення до середнього фінансового результату (математичного очікування):

$$V = \frac{\sigma}{x}$$

(2.3)

Оскільки коефіцієнт варіації є відносною величиною, з його допомогою можна порівнювати рівень коливань окремих параметрів, виражених різними одиницями вимірювання. Коефіцієнт варіації може змінюватися від 0 до 100%. У нашому прикладі він дорівнює 22,4% (3,19 : 14,25).

Чим менше значення коефіцієнта варіації, тим більша стабільність прогнозованої ситуації, відповідно, менший ступінь ризику.

Незалежно від форми проведення експертних процедур, всі експертні методи базуються на бальній оцінці окремих факторів ризику і визначенні їх

частки. У практиці ризик-менеджменту найчастіше для оцінювання доцільності ризикових вкладень застосовуються методика експертних оцінок Швейцарської банківської корпорації і методика німецької фірми BERI, оціночні критерії якої наведено у табл. 2.4.

Таблиця 2.4

## Оціночні критерії індексу BERI

Оціночні критерії	Максимальна частка, %
Політична стабільність	12
Ставлення до іноземних інвестицій	6
Ступінь націоналізації	6
Імовірність і ступінь девальвації внутрішньої валюти	6
Стан платіжного балансу	6
Ступінь розвитку бюрократизму	4
Темпи економічного розвитку	10
Конвертованість валюти	10
Якість виконання договорів	6
Рівень витрат на заробітну плату і продуктивність праці	8
Можливість користуватися послугами зовнішніх і внутрішніх експертів	2
Ефективність організації комунікацій	4
Взаємовідносини між господарськими суб'єктами і державою, зв'язок із громадськістю	4
Умови отримання короткострокових кредитів	8
Умови отримання довгострокових кредитів	8

## 2.2 Математичний апарат опрацювання ризиків

Регресійний аналіз – це спосіб пошуку залежності між залежною змінною та однією чи декількома змінними. Залежну змінну в регресійному аналізі називають результуючою, а незалежну – предикатами або пояснювальними змінними. Сам же зв'язок між результуючою змінною та предикатами виражається у вигляді рівняння регресії. Зв'язки поділяються на явні та неявні.

Явні зв'язки можна описати за допомогою завчасно відомих формул. Неявні зв'язки завчасно невідомі, тому потрібно знайти цей зв'язок і записати його за допомогою математичних формул.

Регресію представляють за допомогою рівняння, яке в найбільш простому випадку виглядає, як рівняння прямої:

$$Y = a_0 + a_1 * X \quad (2.4)$$

де  $Y$  – залежна змінна;  $X$  – незалежна;  $a_0$  – вільний член;  $a_1$  – коефіцієнт регресії, або кутовий коефіцієнт, що визначає нахил лінії регресії по відношенню до осей координат. Кількісне представлення залежності між  $X$  та  $Y$  називається регресійним аналізом. Головна задача лінійного регресійного аналізу – це пошук значень коефіцієнтів  $a_0$ ,  $a_1$  і визначення рівня значущості знайденого аналітичного рівняння (2.4). Коефіцієнти регресії показують, наскільки в середньому величина однієї змінної змінюється при зміні іншої на одиницю міри. Він вираховується за формулою:

$$a_1 = r_{xy} * \frac{S_y}{S_x}, \quad (2.5)$$

де  $r_{xy}$  – коефіцієнт кореляції між  $X$  та  $Y$ ;  $S_x$  – середнє квадратичне відхилення, пораховане для змінної  $X$ ;  $S_y$  – середнє квадратичне відхилення, пораховане для змінної  $Y$ .

Коефіцієнт кореляції Пірсона – це показник лінійної залежності двох величин. Він набуває значень від -1 до 1 і визначається за формулою:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y})^2}}, \quad (2.6)$$

де  $\bar{x}$  та  $\bar{y}$  – вибіркові середні.

Саме ж значення коефіцієнта Пірсона 1 означає, що є лінійна залежність, тобто при зростанні  $X$  відслідковується зростання  $Y$ , -1 – що при зростанні  $X$  відслідковується падіння  $Y$ , а 0 – що залежності немає.

Коефіцієнт регресії  $a_1$  можна обрахувати за іншою формулою, де не використовується середнє квадратичне відхилення:

$$a_1 = r_{xy} * \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2}}, \quad (2.7)$$

Після спрощення кінцева формула коефіцієнта регресії буде:

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y})(x_i - \bar{x})}{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2}, \quad (2.8)$$

Значення ж вільного члена  $a_0$  в рівнянні лінійної регресії обраховується наступним чином:

$$a_0 = \frac{\sum y_i \sum x_i^2 - \sum x_i \sum x_i y_i}{\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (2.9)$$

Пошук коефіцієнта регресії та вільного члена є досить складною операцією, тому це все зводиться до розв'язання системи рівнянь:

$$\begin{cases} a_0 * N + a_1 * \sum x_i = \sum y_i \\ a_0 * \sum x_i + a_1 * \sum (x_i * x_i) = \sum y_i * x_i \end{cases} \quad (2.10)$$

де  $N$  – кількість елементів змінної  $X$ . Після розв'язку системи (2.10) можна отримати рівняння лінійної регресії, яке в майбутньому може бути використане для передбачень.



Для того щоб впевнитись, що побудована регресійна модель якісно описує залежність використовуються певні математичні критерії. Розглянемо деякі з них детальніше.

1. Коефіцієнт детермінації  $R^2$ . Ця статистика є найбільш розповсюджена для оцінки якості моделі. Цей коефіцієнт обчислюється за формулою:

$$R^2 = 1 - \frac{SS_{res}}{SS_{tot}}, \quad (2.11)$$

де  $SS_{res}$  – сума квадратів залишків регресії;  $SS_{tot}$  – загальна сума квадратів залишків.

Сума квадратів залишків регресії – це сума квадратів різниць між реальним значенням  $y_i$  та передбаченим  $\hat{y}_i$ , а загальна сума квадратів залишків – це сума квадратів різниць між реальним значенням  $y_i$  та вибірковою середньою  $\bar{y}$ .

Формули для обчислення  $SS_{res}$  та  $SS_{tot}$  виглядають наступним чином:

$$SS_{res} = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (2.12)$$

$$SS_{tot} = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad (2.13)$$

Значення критерія детермінації  $R^2$  знаходиться у проміжку  $[0, 1]$  і чим ближче воно до 1, тим кращою вважається модель. Варто зазначити що зазвичай набір даних поділяють на навчальний та перевірочний, де на навчальному наборі отримується рівняння регресії, а на перевірочному наборі перевіряється можливість моделі робити прогнози. Це робиться для того щоб не отримати перенавчену модель, тобто створену спеціально під тренувальний набір даних. Тому даний критерій доцільно перевіряти і для навчального набору, і для перевірочного.

2. Середня абсолютна помилка у відсотках. Подібно до середньої квадратичної помилки, дана помилка визначає близькість результатів

прогнозування до реальних значень. Дана помилка зручна для порівняння результатів прогнозування для різних рядів, адже результатом буде значення точності прогнозу у відсотках. Недоліком даної оцінки є те, що її доцільно використовувати для рядів, значення яких значно перевищують одиницю. Якщо ж значення ряду близькі до нуля, то оцінка буде прямувати до нескінченності.

Сбараховується середня абсолютна помилка у відсотках за формулою:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{y_i} * 100\% \quad (2.14)$$

Авторегресійні моделі. Авторегресійний процес – це деякий процес  $Y_t$ , значення якого для деяких  $a_0, a_1, \dots, a_p$  задовольняють рівняння:

$$y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + \dots + a_p y_{t-p} + \varepsilon \quad (2.15)$$

Рівняння (2.15) якраз є рівнянням авторегресії. Параметр  $p$  показує скільки рівнів часового ряду включено в рівняння, тобто від скількох попередніх значень залежить поточне. Значення параметру  $p$  також називають порядком авторегресійної моделі і позначається така модель, як  $AR(p)$ . Цей параметр зазвичай визначається за допомогою автокореляційної функції, тобто функції зв'язку поточного лагу з попередніми.

Коефіцієнт  $\varepsilon$  це значення білого шуму. Білим шумом називають процес, що має постійне математичне сподівання та дисперсію і нульову автокореляційну функцію для всіх лагів окрім нульового.

Авторегресійні процеси бувають стаціонарними та нестаціонарними. Для того, щоб процес був стаціонарним, усі коефіцієнти моделі  $a_0, a_1, \dots, a_p$  повинні утворювати ряд, що сходиться, а всі корені рівняння (2.16) мають лежати за межами одиничного кола.

$$1 - a_1 z - a_2 z^2 - \dots - a_p z^p = 0 \quad (2.16)$$

Властивість стаціонарності процесу означає, що він не змінює свої характеристики з плином часу. Перевірка на стаціонарність є досить важливою. В моделях, де коефіцієнти не задовольняють умовам стаціонарності, наявний

незатухаючий вплив попередніх значень помилок на поточне значення параметру. В свою чергу це ускладнює процес оцінки моделі.

Модель ковзного середнього. Модель ковзного середнього широко використовуються для стаціонарних часових рядів. Така модель представляється лінійною функцією минулих помилок (2.17).

$$y_t = \mu - \varepsilon_{t-1} - \theta_1 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.17)$$

де  $\mu$  – середнє значення ряду;  $\varepsilon_i$  та  $\theta_i$  значення шуму та коефіцієнт моделі в момент  $i$  відповідно.

Так само як і в моделі авторегресії, модель ковзного середнього має свій порядок  $q$ . Модель порядку  $q$  позначається MA( $q$ ). Для визначення цього порядку знову ж таки використовується автокореляційна функція. Моделі ковзного середнього використовуються коли в часовому ряді помітні випадкові

коливання.

Модель авторегресії з ковзним середнім. Модель авторегресії з ковзним середнім є комбінацією попередніх двох моделей. Дана модель описується рівнянням виду:

$$y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + \dots + a_p y_{t-p} + \varepsilon_t - \varepsilon_{t-1} - \theta_1 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.18)$$

Рівняння (2.18) описує модель, що позначається ARMA( $p, q$ ). Авторегресійна модель з ковзним середнім комбінує в собі властивості простої авторегресійної моделі для визначення тренду та моделі ковзного середнього для роботи з випадковими коливаннями. Найскладнішим в моделі є визначення значень  $p$  та  $q$ . Для цього використовується вже згадана автокореляційна функція, а також часткова автокореляційна функція. Часткова автокореляція – це зведення взаємозв'язків між лагами часового ряду, але з виключенням зв'язків між проміжними лагами.

### 2.3 Критерій Акайке та критерій Шварца

Основними показниками якості моделей авторегресії є критерій Акаїке та байєсівський критерій Шварца. Вони є аналогічними за значенням до коефіцієнта детермінації  $R^2$ . Розглянемо їх більш детально.

Для вибору найпростішої моделі, але з високою точністю апроксимації, використовуються критерії Акаїке (AIC) та Шварца (SC).

Інформаційний критерій є мірою якості моделей, що враховує ступінь наближення моделі та її простоту. Прийнято вважати найкращою за якістю модель, значення критерію для якої менше.

Розглянемо два інформаційних критерії. Вони широко використовуються для аналізу часових рядів.

Критерій Акаїке:

$$AIC = \ln \left( \frac{\sum_{t=1}^n \varepsilon_i^2}{n} \right) + \frac{2 \cdot k}{n} \quad (2.19)$$

де  $n$  - кількість спостережень,

$\varepsilon_i^2$  - квадрат залишків,

$k$  - число ступенів свободи.

Особливості критерію:

- "Штрафування" числа параметрів обмежує зростання складності моделі;

- Може порівнювати моделі лише однаковими вибірками.

Критерій Шварца (SC)

$$SC = \ln \left( \frac{\sum_{t=1}^n \varepsilon_i^2}{n} \right) + \frac{k \cdot \ln n}{n} \quad (2.20)$$

де  $n$  - кількість спостережень,

$\varepsilon_i^2$  - квадрат залишків,

$k$  - число ступенів свободи.

Варто зазначити, що на відміну від коефіцієнта детермінації моделі нічого не можна сказати про діапазон значень. Немає абсолютної шкали змін даного

показника, можливе проведення лише відносного порівняння за даними показниками.

Критерій Акайке ґрунтується на узагальненні принципу максимальної правдоподібності. Це означає, що у наведеному вираженні випадкове обурення моделі вважається Гаусовим. Було показано, що критерій Акайке переоцінює порядок моделі.

Критерій Шварца ґрунтується на Байєсівському підході та має більш фундаментальні теоретичні обґрунтування. Оцінка, яка отримується за допомогою даного показника, вважається повною. Однак на практиці частіше застосовують критерій Акайке.

Для оцінки кореляційної розмірності можливе застосування такого методу. За допомогою нейромереж відбувається створення моделей часового ряду з різною кількістю параметрів. Далі отримані моделі порівнюються за критерієм Акайке або Шварца. Модель із мінімальним значенням критерію серед інших моделей вважається оптимальною. Кількість параметрів даної моделі дозволить отримати оцінку кореляційної розмірності моделі.

Дані критерії прості у застосуванні. Вони не вимогливі до довжини ряду, здатні давати надійні оцінки за будь-якої довжини ряду. Проте недоліком даних критеріїв і те, що немає заходів абсолютного порівняння результатів застосування даних критеріїв. Можливе лише їх відносне порівняння, що утруднює застосування даних критеріїв у кожному підході до аналізу часового ряду.

Ґрунтуючись на обраному поліномі та знаючи його коефіцієнти, можна виконати побудову подальших значень. Обчислення виконується підстановкою необхідних значень, у разі використовується дата, яку треба зробити розрахунок, в змінні з заздалегідь обчисленими коефіцієнтами обраного полінома.

Враховуючи те, що тимчасовий ряд складений з даних, що слабо залежать один від одного, довгостроковий точний прогноз виконати досить складно, для

того, щоб мінімізувати похибку відхилення отриманих значень від реальних даних, виконується короткостроковий прогноз

Таким чином, у нас є метод вибору кращої моделі серед  $g_1$  і  $g_2$  на вибраній множині даних  $\{x_1 \dots x_n\}$ . Варто зазначити, що цей метод не вимагає, щоб була

відомою функція розподілу  $f(x)$ . Інформація про  $f(x)$  була отримана з множини спостережень. Асиметрія ІВКЛ тепер може бути пояснена — відповідна роль моделі і реальності не є взаємозамінними в цій теорії.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 3 ПРОЕКТУВАННЯ СТРУКТУРИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

# НУБІП України

### 3.1 Проектування програмного забезпечення

# НУБІП України

Синтетичний підхід до проектування програмного забезпечення є у деякому розумінні протилежністю аналітичному.

Якщо аналітичне проектування програм починається з чіткої та зрозумілої задачі і проходить через послідовне уточнення змісту похідних задач, які, кінець кінцем, можна буде виразити через базові поняття, то синтетичний підхід вимагає розпочинати з базових понять.

# НУБІП України

Перший крок - це відмова від роботи у термінах базової мови шляхом реалізації елементарних понять проблемної області через базові. Реалізуються базові поняття даних через структури відповідного типу, для обчислення чи утворення елементарних об'єктів реалізуються відповідні процедури та функції. На другому та наступних кроках за базові вважаються ті поняття, що їх одержано на попередньому кроці. Таким шляхом формуються, реалізуються, все більш абстрактні поняття, все більш ускладнені алгоритми. Кінець кінцем, на деякому етапі з'являється такий набір понять (процедур та структур даних), через які можна легко виразити розв'язок первісної (вихідної) задачі.

# НУБІП України

# НУБІП України

Початкові етапи синтетичного підходу важкі та орієнтовані на конкретну програмну систему. При аналітичному підході найцікавіші задачі виникають та реалізуються на початковій стадії роботи.

# НУБІП України

При синтетичному підході на початку роботи буває важко визначитись, що саме з абстракцій нульового рівня може згодитися для розв'язку задачі, що треба розв'язати. Аналітичний метод, навпаки, не призводить до реалізації ніяких зайвих речей - лише тих, що є безпосередньо конкретизаціями кроків основного алгоритму.

# НУБІП України

Аналітичне програмування є проблемно-орієнтованим - такий підхід дозволяє розв'язати одну конкретну задачу з проблемної області. Для реалізації

іншої задачі слід розробляти новий алгоритм високого рівня, послідовно доводячи декомпозицію його до мовної реалізації.

При синтетичному підході програмування починається без видимої конкретної мети: реалізується велика кількість елементарних понять проблемної області. Зате такий підхід дозволяє одержати апарат для спрощеного відшукування розв'язків і сім задач, які можна поставити у цій області та виразити через поняття нижнього рівня. Візуально такий підхід можна зобразити наступним чином.

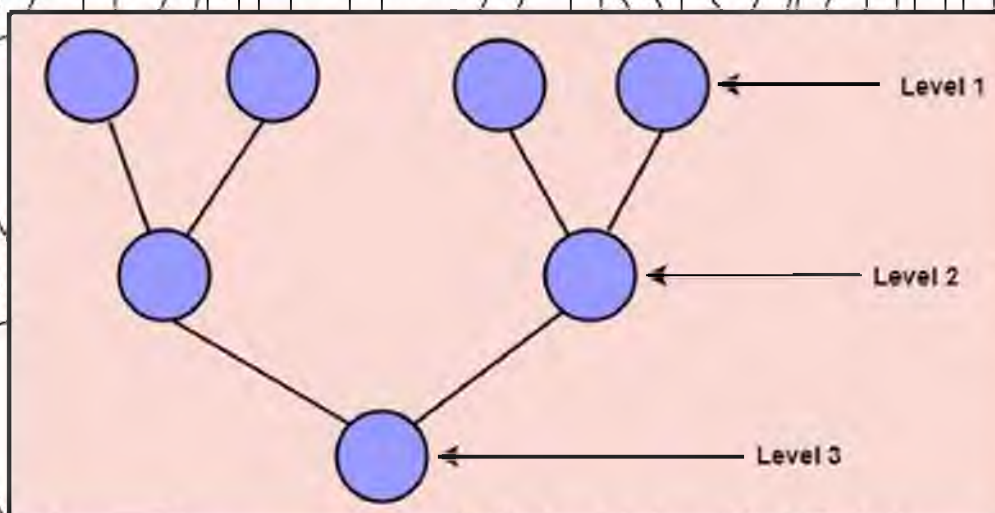


Рис. 3.1 Синтетичний підхід програмування

Послідовні шари синтетичного програмного продукту не є готовим розв'язком, але вони надають цілий спектр можливостей високого, абстрактного рівня для розв'язку задач високого рівня.

Варто зазначити, що синтетичне програмування орієнтується на обслуговування або використання застосунку у деякій області.

Практика показує, що переважна більшість складних систем як у природі, так і в техніці має ієрархічну внутрішню структуру. Це пов'язано з тим, що зазвичай зв'язки елементів складних систем різні як за типом, так і за силою. Це і дозволяє розглядати ці системи як деяку сукупність взаємозалежних підсистем.

Внутрішні зв'язки елементів таких підсистем сильніші, ніж зв'язки між підсистемами.

На елементарному рівні система, як правило, складається з небагатьох типів підсистем, по-різному скомбінованих і організованих. Ієрархії такого типу



отримали назву «ціле-частина». Поведінка системи в цілому зазвичай виявляється складніше поведінки окремих частин, причому завдяки більш сильним внутрішнім зв'язкам особливості системи в основному обумовлені відносинами між її частинами, а не частинами як-такими.

У природі існує ще один вид ієрархії - ієрархія «просто-складне» або ієрархія розвитку (ускладнення) систем в процесі еволюції. У цій ієрархії будь-яка функціонуюча система є результатом розвитку більш простої системи. Саме даний вид ієрархії реалізується механізмом успадкування об'єктно-орієнтованого програмування.

Будучи в знаній мірі відображенням природних і технічних систем, програмні системи зазвичай є ієрархічними, тобто мають описані вище властивості. На цих властивостях ієрархічних систем будується блочно-ієрархічний підхід до їх дослідження або створення. Цей підхід передбачає спочатку створювати частини таких об'єктів (блоки, модулі), а потім збирати з них сам об'єкт.

Даний метод розробки отримав назву покрокової деталізації. При дотриманні цього принципу розробник зберігає можливість осмислення проекту і, отже, може приймати найбільш правильні рішення на кожному етапі, що називають локальною оптимізацією (на відміну від глобальної оптимізації характеристик об'єктів, яка для дійсно складних об'єктів не завжди можлива).

Важливу роль відіграють також такі принципи:

— несуперечність - контроль узгодженості елементів між собою;

— повнота – контроль на присутність зайвих елементів;

— формалізація – строгість методичного підходу;

— повторюваність – необхідність виділення однакових блоків для здешевлення і прискорення розробки;

— локальна оптимізація – оптимізація в межах рівня ієрархії.

Кожен об'єкт у процесі проектування, як правило, доводиться розглядати з кількох сторін. Різні погляди на об'єкт проектування прийнято називати аспектами проектування.

Крім того, що використання блочно-ієрархічного підходу дає можливість створення складних систем, він також:

- спрощує перевірку праездатності як системи в цілому, так і окремих блоків;

- забезпечує можливість модернізації систем, наприклад, заміни ненадійних блоків із збереженням їх інтерфейсів.

Необхідно відмітити, що використання блочно-ієрархічного підходу стосовно програмним системам стало можливим тільки після конкретизації загальних положень підходу та внесення деяких змін у процес проектування.

При цьому структурний підхід враховує тільки властивості ієрархії «ціле-частина», а об'єктний - використовує ще й властивості ієрархії «просто-складне».

### 3.2 Інтеграція принципів динамічного програмування

Задані динамічного програмування є *багатобетанними* або *багатокроківими*. Тому термін «динамічне програмування» не стільки визначає особливий тип задач, скільки характеризує методи знаходження розв'язку окремих класів задач математичного програмування, які можуть відноситися до задач як лінійного, так і нелінійного програмування. Варто надати загальну постановку задачі динамічного програмування і визначити єдиний підхід до її розв'язку.

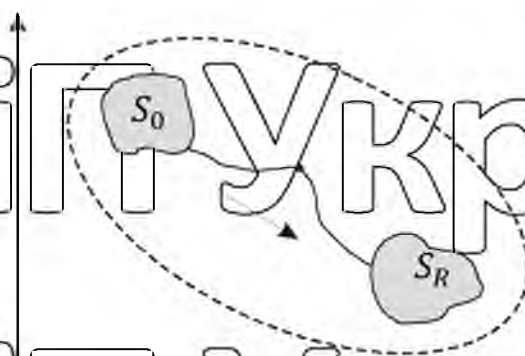


Рис. 3.1 Перехід системи з початкового у кінцевий стан

Припустимо, що дана система  $S$  знаходиться в деякому початковому стані  $S_0 \in \tilde{S}_0$  і є керованою. Таким чином, завдяки здійсненню деякого управління  $U$  вказана система переходить з початкового стану  $S_0$  в кінцевий стан  $S_{\text{кінц}} \in \tilde{S}_R$ . При

цьому якість кожного з реалізованих управлінь  $U$  характеризується відповідним значенням функції  $W(U)$ . Задача полягає в тому, щоб з множини можливих управлінь  $U$  знайти таке управління  $U^*$ , при якому функція  $W(U)$  приймає екстремальне (максимальне або мінімальне) значення ( $W(U^*)$ ). Сформульована задача і є загальною задачею динамічного програмування.

Інтерпретація цієї задачі є такою. Нехай стан системи характеризується деякою точкою  $S$  на площині  $xOx_2$ , і ця точка завдяки деякому управлінню переміщується вздовж лінії з області можливих початкових станів  $\tilde{S}_0$  в область допустимих кінцевих станів  $\tilde{S}_R$ . Кожному управлінню  $U$  рухом точки, тобто

кожній траєкторії руху точки, поставимо у відповідність значення деякої функції  $W(U)$  (наприклад, довжину шляху, пройденого точкою під дією даного управління). Тоді задача полягає в тому, щоб з усіх допустимих траєкторій руху точки  $S$  знайти таку, яка одержується в результаті реалізації управління  $U^*$ , яке забезпечує екстремальне значення функції  $W(U^*)$ .

Приведемо дану задачу до загального вигляду. Будемо вважати, що стан системи  $S$  на  $k$ -му кроці ( $k=1, n$ ) визначається сукупністю чисел  $X^{(k)} = (x_1^{(k)}, x_2^{(k)}, \dots, x_n^{(k)})$ , які одержані в результаті реалізації управління  $U_k$ , яке

забезпечує перехід системи  $S$  із стану  $X^{(k-1)}$  в стан  $X^{(k)}$ . При цьому будемо припускати, що стан  $X^{(k)}$ , в який перейшла система  $S$ , залежить від даного стану  $X^{(k-1)}$  і вибраного управління  $U_k$  і не залежить від того, яким чином система  $S$  прийшла до стану  $X^{(k-1)}$ .

Далі будемо вважати, що коли в результаті  $k$ -го кроку забезпечено певний прибуток або виграш, який також залежить від вихідного стану системи  $X^{(k-1)}$  і вибраного управління  $U_k$ , і який рівний  $W_k(X^{(k-1)}, U_k)$ , то загальний прибуток або виграш за  $n$  кроків складає

$$F = \sum_{k=1}^n W_k(X^{(k-1)}, U_k) \quad (3.1)$$

Таким чином, нами сформульовано дві умови, яким повинна задовольняти розглядувана задача динамічного програмування. Перша умова називається умовою відсутності післядії, а друга – умовою адитивності цільової функції/задачі.

Виконання для задачі динамічного програмування першої умови дозволяє сформулювати для неї принцип оптимальності Беллмана – яким би не був стан системи перед черговим кроком, потрібно вибрати управління на цьому кроці так, щоб виграш на даному кроці плюс оптимальний виграш на всіх наступних кроках був максимальним.

Звідси випливає, що оптимальну стратегію управління можна одержати, якщо спочатку знайти оптимальну стратегію управління на  $n$ -му кроці, потім на двох останніх кроках, потім на трьох останніх кроках і т.д., аж до першого кроку.

Таким чином, розв'язок розглядуваної задачі динамічного програмування доцільно починати з визначення оптимального розв'язку на останньому,  $n$ -му кроці. Для того, щоб знайти цей розв'язок, треба зробити різні припущення про те, як зміг закінчитися останній крок, і з урахуванням цього вибрати управління

$U_k^0$ , яке забезпечує максимальне значення функції  $W_n(X^{(n-1)}, U_n)$ . Таке управління  $U_n^0$ , яке вибране при певних припущеннях про те, як закінчився попередній крок, називається умовно оптимальним управлінням. Отже, принцип оптимальності вимагає знаходити на кожному кроці умовно оптимальне управління для будь-якого з можливих результатів попереднього кроку.

Позначимо  $F_n(X^{(0)})$  – максимальний прибуток, який одержується за  $n$  кроків при переході системи  $S$  з початкового стану  $X^{(0)}$  в кінцевий стан  $X^{(n)}$  при реалізації оптимальної стратегії управління  $U = (U_1, U_2, \dots, U_n)$ , а через  $F_{n-k}(X^{(k)})$  – максимальний прибуток, який одержується при переході з будь-якого стану  $X^{(k)}$  в кінцевий стан  $X^{(n)}$  при оптимальній стратегії управління на  $n-k$  кроках, які залишилися. Тоді

$$F_0(X^{(0)}) = \max [W_1(X^{(0)}, U_1) + \dots + W_n(X^{(n-1)}, U_n)]; \quad (3.2)$$

$$F_{n-k}(X^{(k)}) = \max [W_{k+1}(X^{(k)}, U_{k+1}) + F_{n-k+1}(X^{(k+1)})] \quad k = 0, n-1. \quad (3.3)$$

Вираз (3.3) являє собою математичний запис принципу оптимальності і називається *основним функціональним рівнянням Беллмана*. Використовуючи дане рівняння, знаходимо розв'язок розглядуваної задачі динамічного програмування.

Покладаючи  $k = n-1$  в рекурентному співвідношенні (3.3), одержимо таке функціональне рівняння:

$$F_1(X^{(n-1)}) = \max_{U_n} [W_n(X^{(n-1)}, U_n) + F_0(X^{(n)})]. \quad (3.4)$$

В (3.4) вважаємо  $F_0(X^{(n)})$  відомою величиною. Використовуючи (3.4) і розглядаючи всі можливі допустимі стани системи  $S$  на  $(n-1)$ -му кроці  $X_1^{(n-1)}, X_2^{(n-1)}, \dots, X_m^{(n-1)}, \dots$ , знаходимо умовно оптимальні розв'язки

$U_n^0(X_1^{(n-1)}), U_n^0(X_2^{(n-1)}), \dots, U_n^0(X_m^{(n-1)}), \dots$  і відповідні значення функції (3.4)

$F_1^0(X_1^{(n-1)}), F_1^0(X_2^{(n-1)}), \dots, F_1^0(X_m^{(n-1)}), \dots$ . Таким чином, на  $n$ -му кроці знаходимо умовно оптимальне управління для всякого допустимого стану системи  $S$  після  $(n-1)$ -го кроку. Тобто, в якому би стані система не виявилася після  $(n-1)$ -го кроку, нам уже відомо, яке слід прийняти рішення на  $n$ -му кроці.

Послідовно здійснюючи описаний вище ітераційний процес, доходимо нарешті до першого кроку. На цьому кроці нам відомо, в якому стані може знаходитися система. Тому вже немає потреби робити припущення про допустимі стани системи, а залишається тільки вибрати управління, яке є найкращим з урахуванням умовно оптимальних управлінь, вже прийнятих на всіх наступних кроках. Таким чином, в результаті послідовного знаходження всіх етапів від кінця до початку, визначаємо максимальне значення виграшу за  $n$  кроків і для кожного з них знаходимо умовно оптимальне управління.

Щоб знайти оптимальну стратегію управління, тобто визначити шуканий розв'язок задачі, треба тепер пройти всю послідовність кроків, тільки на цей раз від початку і до кінця. А саме: на першому кроці в якості оптимального управління  $U_1^*$  візьмемо знайдене оптимальне управління  $U_1^0$ . На другому кроці

знайдемо стан  $X^*$ , в який переводить систему управління  $U_1^*$ . Цей стан визначає знайдене умовно оптимальне управління  $U_2^*$ , яке тепер будемо вважати оптимальним. Знаючи  $U_2^*$ , знаходимо  $X_2^*$ , а, значить, визначаємо  $U_3^*$  і т.д. В

результаті цього знаходимо розв'язок задачі, тобто максимально можливий прибуток і оптимальну стратегію управління  $U^*$ , яке вклучає оптимальні управління на окремих кроках:  $U^* = (U_1^*, U_2^*, \dots, U_n^*)$ .

### 3.3 Розробка архітектури програмного продукту

Для безпечі завдань розробки архітектури застосовуються патерни чи, як їх ще називають, шаблони. Вони дозволяють вирішувати однотипні завдання швидшим способом, що позитивно впливає на час розробки та спрощує багато

процесів. Паттерн описує певне завдання, і коли воно знову виникає у певному контексті, його застосування дозволяє "не винаходити велосипед", а скористатися готовим рішенням.

Завдяки тому, що патерні дозволяють ідентифікувати ключові об'єкти структури та використовувати їх повторно, спрощується процес побудови архітектури.

Існує досить багато шаблонів, які використовуються в архітектурі розробки програмного забезпечення. Тому за основу була концепція, а сама архітектура вибудовувалась індивідуально, залежно від контексту. Якщо

конкретно, то був обраний багаторівневий шаблон. Принцип його полягає в

тому, що вся система програми розбивається на рівні. При цьому кожен рівень може викликати лише один інший рівень, що знаходиться нижче за нього. Це дає можливість вносити зміни до певних компонентів програми, не зачіпаючи інші

області. Але це ускладнює структуру архітектури та робить її досить навантаженою, що впливає на продуктивність.

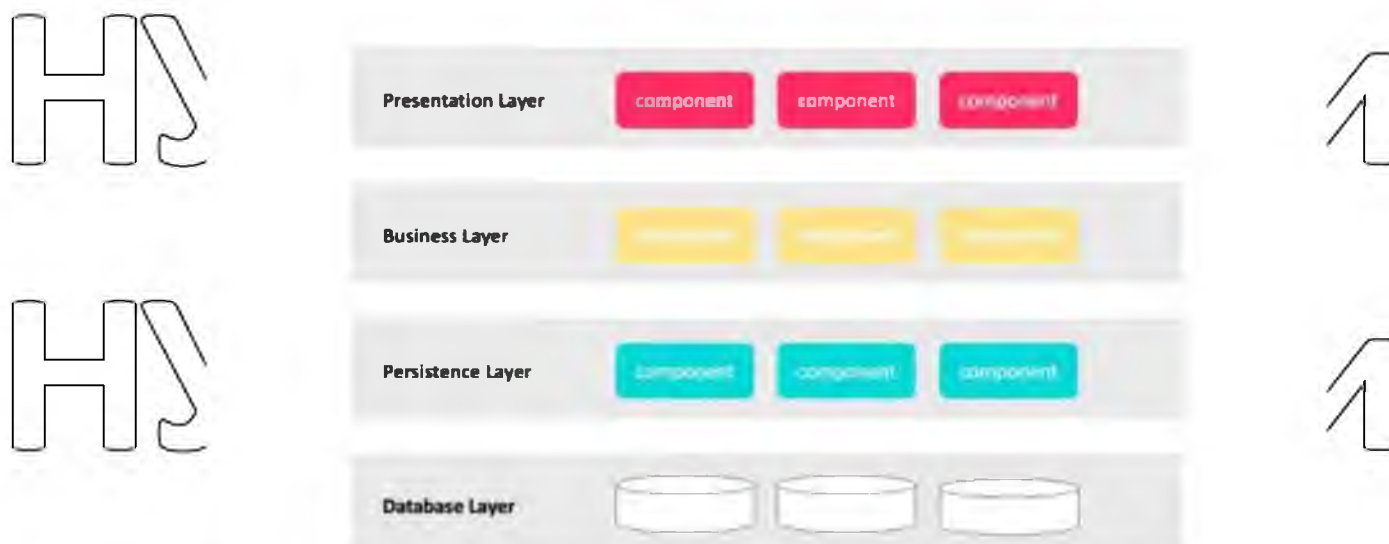


Рис. 3.2 Типова структура багаторівневої архітектури

Програмне забезпечення необхідно розділити так, щоб модулі можна було розробляти і розвивати окремо - з мінімальною взаємодією між частинами, забезпечуючи переносимість, модифікацію і повторне використання.

Щоб домогтися такого поділу, при використанні багаторівневого шаблону, програмне забезпечення поділяється на сутності, звані рівнями. Кожен рівень - група модулів, що надають взаємопов'язаний набір сервісів. Їх застосування має бути односпрямованим. Рівні повністю поділяють ПО, причому кожна частина доступна через публічний інтерфейс.

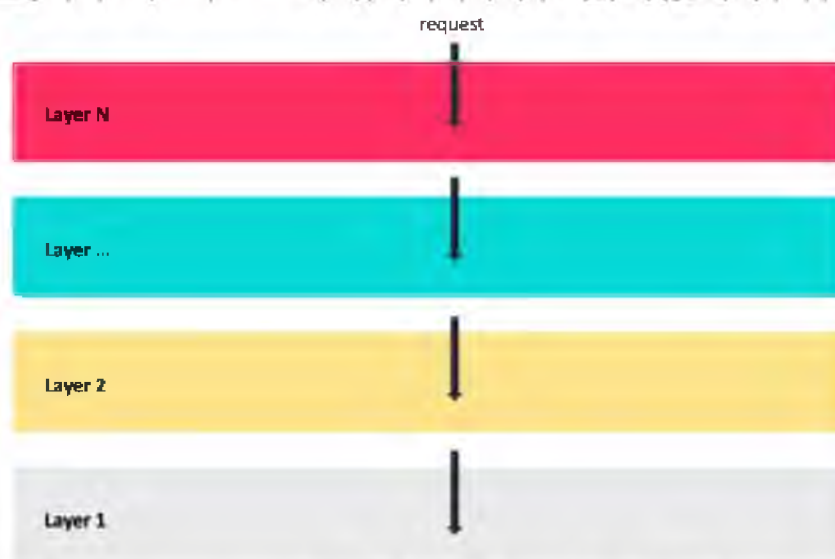


Рис. 3.3 Закриті рівні і рух запиту

Використовуючи принцип інверсії залежностей, можна зробити модуль програми незалежним від об'єктів джерела і призначення даних. Для цього необхідно виробити абстракції для цих об'єктів, і зробити модулі залежними від цих абстракцій, а не один від одного.

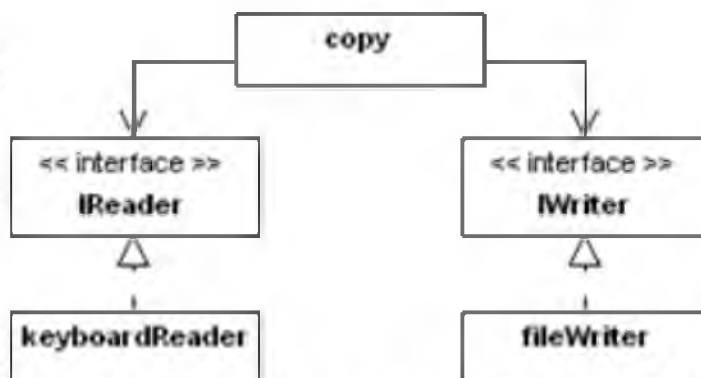


Рис. 3.4 Принцип інверсії залежностей

Незважаючи на простоту виконуваних дій відбувається отримання дуже важливого результату. Тепер код володіє наступними якостями: модуль може бути використаний для копіювання даних в контекст відмінному від даного;

— можна додавати нові пристрої введення / виведення не змінюючи при цьому модуль програми.

Таким чином, знизилася крижість коду, підвищилася його мобільність і гнучкість.

Загальну структуру діаграми активностей програмного продукту можна переглянути у додатку А.



## РОЗДІЛ 4 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ РОЗРОБЛЮВАНОЇ СИСТЕМИ

# НУБІП України

### 4.1 Генерація загального алгоритму роботи

# НУБІП України

В результаті виділення сутностей предметної області була спроектована схема бази даних, яка дозволить зберігати достатню та необхідну інформацію про дані, що використовуються при роботі програми. Це зручніше, ніж зберігати дані просто у файлі без метаданих.

# НУБІП України

Створення бази даних і необхідних таблиць буде виконувати сам програмний продукт, а саме при запуску необхідного контексту по роботі з базою даних.

Наступний клас виконує створення таблиці “Accounts”.

# НУБІП України

```
public class AccountsDbContext : DbContext
{
    public AccountsDbContext(string dbConnection) :
        base(new SQLiteConnection(dbConnection), true)
    {
        Database.ExecuteSqlCommand(
            @"CREATE TABLE IF NOT EXISTS ""Accounts"" (
                ""Id"" INTEGER NOT NULL UNIQUE,
                ""Name"" TEXT NOT NULL UNIQUE,
                ""ConnectionSettings"" TEXT NOT NULL,
                ""CloudId"" TEXT NOT NULL,
                PRIMARY KEY(""Id"" AUTOINCREMENT)
            );");
    }
    public DbSet Accounts { get; set; }
}
```

# НУБІП України

# НУБІП України

Далі відображено клас, який містить логіку роботи з «Backups».

# НУБІП України

```
internal class BackupsDbContext : DbContext
{
    public BackupsDbContext(string dbConnection) :
        base(new SQLiteConnection(dbConnection), true)
    {
        Database.ExecuteSqlCommand(@"CREATE TABLE IF NOT EXISTS
""BackupScripts"" (
```

```

""Id"" INTEGER NOT NULL UNIQUE,
""CreateDate"" TEXT NOT NULL,
""Enabled"" INTEGER,
""Name"" TEXT NOT NULL UNIQUE,
""TargetPath"" TEXT NOT NULL,
""Steps"" TEXT, PRIMARY KEY( ""Id"" AUTOINCREMENT
);");

```

```
public DbSet BackupScripts { get; set; } }

```

Клієнтську частину було вирішено поділити на набір класів, кожен з яких буде відповідати за свою роль. Такий підхід на сьогодні лежить в основі більшості проєктів. Все впливає з його переваг.

Після створення головного вікна додатку починає завантажуватися ядро (Core) – спеціальний кореневий об’єкт, в єдиній подібі (паттерн Одинак), який буде утримувати майже всі об’єкти програмного продукту. Конструктор класу Core показано в лістингу 3.3. Він виконує ініціалізацію внутрішніх властивостей, таких як Settings, Logger, BackupManager, CloudAccountsManager, GuiManager.

Також ядро встановлює посилання на себе в статичному класі CoreStatic, щоб з будь-якого місця програми можна було «отримати» єдиний об’єкт ядра.

```

public Core()
{
    handler = new UnhandledExceptionHandler();
    Settings = new UserSettings();
    Logger = new SingleLogger();
    BackupManager = new BackupManager();
    CloudAccountsManager = new CloudAccountsManager();
    GuiManager = new GuiManager();
    CoreStatic.SetCore(this);
    Start();
}

```

Після створення ядра, воно ж пробує завантажити всі необхідні збірки .NET за допомогою механізму рефлексії, ініціалізувати всі необхідні об’єкти для роботи та завантажити збережені дані з бази даних SQLite – провайдери, скрипти.

```

private void Start()
{
    _cloudProviders.Clear();
}

```

```

var files = GetAssembliesToLoadPlugins();
foreach (var file in files)
{
    var assembly = Assembly.LoadFrom(file);
    cloudProviders.AddRange(GetObjectsFromAssembly(assembly));
}

var pluginsToInit = GetPluginsToInit();
foreach (var plugin in pluginsToInit)
{
    plugin.Init(this);
}

```

Це всього лише оголошення необхідних полів для роботи. Ось, наприклад, отримання списку файлів.

```

private async Task
ListFolderAsync(DropboxClient client, string backupFileName, string path)
{
    var list = await client.Files.ListFolderAsync(path);
    var files = list?.Entries?.Where(i => i.IsFile &&
i.Name.Contains(backupFileName)).Select(x => x.AsFile).ToList() ?? new List();
    while (list != null && list.HasMore)
    {
        list = await client.Files.ListFolderContinueAsync(list.Cursor);
        var filesMetadata = list.Entries.Where(m => m.IsFile &&
m.Name.Contains(backupFileName)).Select(x => x.AsFile);
        files.AddRange(filesMetadata);
    }
    var filtered = files.Select(x => (x.AsFile.Id, x.Name,
x.AsFile.ClientModified));
    return new RemoteBackupsState(this, filtered);
}

```

Для створення архівів для резервного копіювання необхідно було написати рекурсивні методи для обходу внутрішніх каталогів.

```

public static IEnumerable GetFilesRecursive(string path, List currentData =
null)
{
    if (currentData == null)
        currentData = new List();
    var directory = new DirectoryInfo(path);
    foreach (var file in directory.GetFiles())
        currentData.Add(file);
    foreach (var d in directory.GetDirectories())

```

```
GetFilesRecursive(d.FullName, currentData);
return currentData;
```

## 4.2 Інтерпретація математичного апарату

Після того як розроблено математичний апарат, котрий буде проводити оцінку ризиків на валютний портфель банку, необхідно перевести (або ж просто транслювати) його у середовище програмування.

Варто зазначити, що навіть коли є чітка математична формула, шляхів її програмної реалізації може бути декілька. Вибір того чи іншого переважно впливає на час виконання алгоритму.

Для початку задаються початкові значення вагових коефіцієнтів.

```
public class Neo {
    [XmlAttribute("weight")]
    public string data;

    [XmlIgnore]
    public int[, ] weight;

    [XmlIgnore]
    public int minimum = 50;

    [XmlIgnore]
    public int row = 64, column = 64;

    weight = new int[row, column];
    randomizeWeights();
}
```

Потім здійснюється ікня подальша передача у рівняння.

```
public int transferHard(int[, ] input)
{
    int power = 0;
    for(int r = 0; r < row; r++)
    {
        for(int c = 0; c < column; c++)
        {
            power += weight[r, c] * input[r, c];
        }
    }
}
```

```

}
//Debug.Log("Power: " + power);
return power >= minimum ? 1 : 0;
}

```

Зміна коефіцієнтів після кожної ітерації виглядає наступним чином.

```

public void changeWeights(int[,] input,int d)
{
    for(int r = 0; r < row;r++)
        for(int c = 0, c < column;c++)
            weight[r,c] += d*input[r,c];
}

```

```

public void prepareForSerialization()
{
    data = "";
    for(int r = 0; r < row;r++)
    {
        for(int c = 0; c < column;c++)
        {
            data += weight[r,c] + " ";
        }
        data += "\n";
    }
}

```

Також програмою здійснюється локальне збереження проміжних

результатів, котрі в майбутньому використовуються для обчислень у інших модулях.

```

public void saveLocal()
{
    prepareForSerialization();
    XmlSerializer serializer = new XmlSerializer(this.GetType());
    FileStream stream = new FileStream(Application.dataPath +
    "/Neural.txt", FileMode.Create);
    XmlWriter writer = new XmlTextWriter(stream, new
    System.Text.ASCIIEncoding());
    using(writer)

```

```

{
    serializer.Serialize(writer, this);
}
}

```

Також є механізм зворотної передачі проміжних даних до суміжних математичних модулів.

```
public static Neural fromXml()
{
    string xml = "";
    FileStream fStream = new FileStream(Application.dataPath +
        "#/Neural.txt",
        FileMode.OpenOrCreate);
    if (fStream.Length > 0)
    {
        byte[] tempData = new byte[fStream.Length];
        fStream.Read(tempData, 0, tempData.Length);

        xml = System.Text.Encoding.ASCII.GetString(tempData);
    }
    fStream.Close();

    if (string.IsNullOrEmpty(xml))
        return new NeuralNetwork();
}
```

```
Neural data;
XmlSerializer serializer = new XmlSerializer(typeof(Neural));
using (TextReader reader = new StringReader(xml))
{
    data = serializer.Deserialize(reader) as Neural;
}
```

```
data.OnDeserialize();
return data;
}
```

Програмний код запису даних у БД виглядає наступним чином.

```
for (int i = 0; i < dataTable.Rows.Count; i++)
{
    DataRow = dataTable.Rows[i];
    district = new District
    {
        DistrictName = DataRow[0].ToString(),
    }
}
```

```
Koatu = dataRow[8].ToString()
```

```
};  
districtRepository.Create(district);
```

```
unitOfWork.Save();
```

```
measureRepository.Create(new Measure
```

```
{  
MeasureValue = dataRow[1].ToString(),
```

```
MeasureType = measureTypeRepository.Find(x => x.MeasureName ==
```

```
"Кількість за період").First(), District = district
```

```
});
```

```
measureRepository.Create(new Measure { MeasureValue =  
dataRow[2].ToString(),
```

```
MeasureType = measureTypeRepository.Find(x => x.MeasureName ==
```

```
"Постійне значення").First(), District = district });
```

#### 4.3 Ілюстрація роботи програмного продукту

Як уже зрозуміло із програмного коду, наведеного у попередньому розділі,

програмний продукт розроблявся у середовищі Visual Studio, мовою C#.

Інтерфейс є дуже лаконічним, так як не вимагає навантаження візуальними компонентами. Головне призначення застосунок є математичне прогнозування,

тому було прийняте рішення при проектуванні візуальної складової відмовитись від усіх зайвих елементів, які є необов'язковими у даному інтерфейсі.

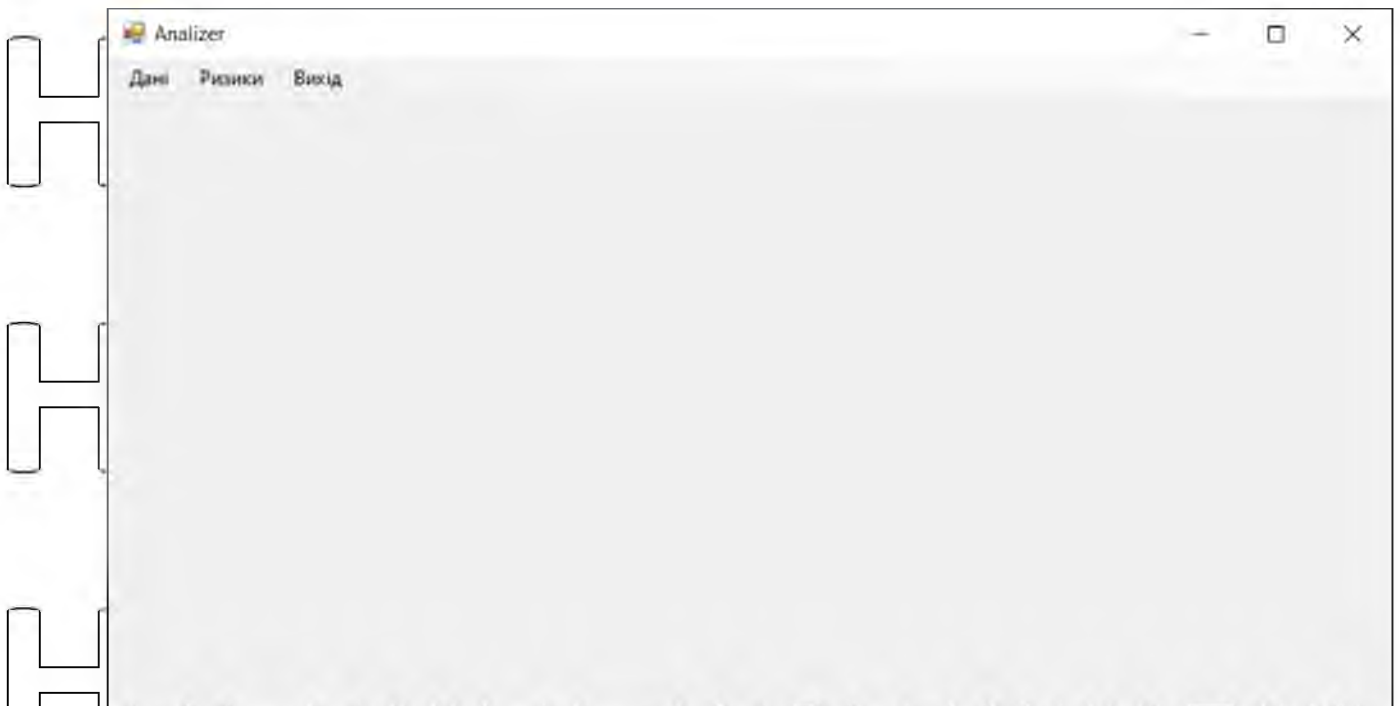


Рис. 4.1 Головне вікно застосунку

В головне вікно також є інтегрованою таблиця, в яку потім завантажуються дані з джерела. Проте, до тих пір, доки користувач не завантажить екземпляр даних, вона буде невидимою. Хоча, якщо звернутись до конструктора середовища програмування, елемент `TableLayoutPanel` є присутнім.

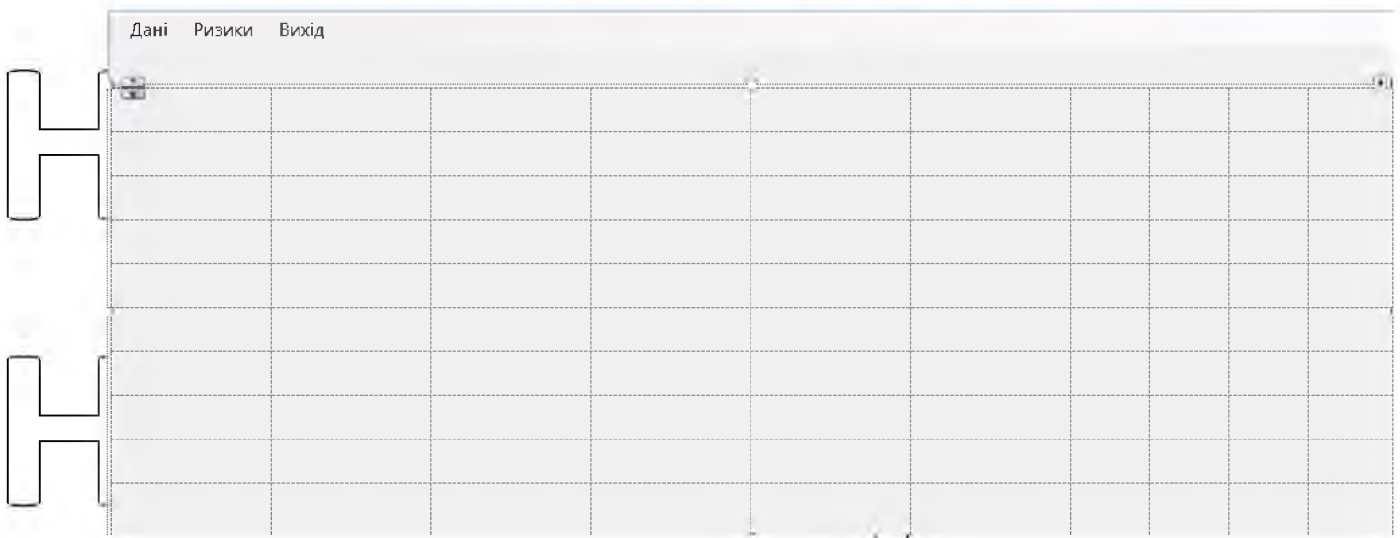


Рис. 4.2 Середовище конструктора Visual Studio



Головне меню реалізоване з використанням підпунктів. Скажімо, натиснувши на пункт «Дані», користувач бачить наступну ієрархічну структуру, котра представлена на рисунку 4.3.

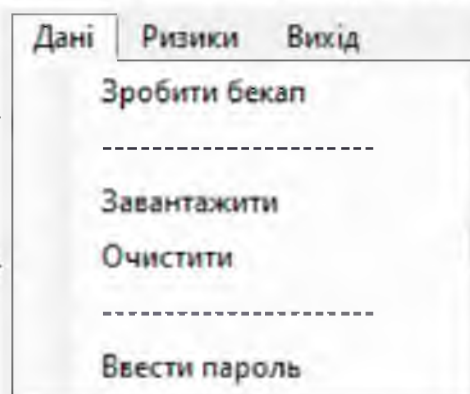


Рис. 4.3 Головне меню застосунку

Після завантаження екземпляру даних та прорахунку ризиків на формі у табличному вигляді з'являються відповідні коефіцієнти ризиків з вказанням показнику інформаційного критерію.

0,6	-	1,4	0,1	-	1,4	0,7	-	1,7	1,4
0,8	-	0,1	0,1	-	1,6	0,8	-	1,3	1,5
0,7	-	2,0	0,5	-	1,5	0,7	-	2,6	0,3
1,1	-	0,7	0,9	-	1,9	1,1	-	2,2	1,6
0,9	-	1,6	1,4	-	1,0	0,6	-	1,4	1,8
0,6	-	0,9	0,5	-	1,1	0,6	-	2,6	0,2
0,8	-	2,4	0,3	-	1,8	0,8	-	1,8	0,1
0,8	-	1,9	0,1	-	2,1	0,8	-	2,5	0,4
0,4	0,0	2,1	0,6	-	1,4	0,3	0,0	0,7	1,1

Рис. 4.4 Заповнені коефіцієнти прорахунку ризиків

## ВИСНОВКИ

НУБІП України

Під час проведення наукового дослідження було визначено, що існує низка активних фінансових операцій, котрі складають основу валютного портфелю.

Для врахування у майбутній моделі всі вони не потрібні, тому використовувалась

лише частина з них. Це обумовлено тим, що не всі інвестиції можна математично прорахувати існуючими математичними моделями. Це пов'язано з тим, що вони є залежними від політичної ситуації, географічного розташування та інших

чинників.

НУБІП України

Було виявлено, що ризик як вартісний вираз імовірності подій тим більший, чим більша можливість отримати прибуток. Під ризиком розуміють загрозу втрати власником частини своїх ресурсів, недоотримання доходів або спричинення додаткових витрат у результаті здійснення певних фінансових операцій.

НУБІП України

Основним завданням управління банківськими ризиками є визначення ступеня допустимості ризику й прийняття практичного рішення, що спрямоване на розроблення заходів, які дають можливість зменшити вірогідність втрат.

Після всебічного аналізу предметної області можна

охарактеризувати ризик як імовірність недоотримання планованих доходів за умов невизначеності, що супроводжує діяльність підприємства.

Як апарат опрацювання ризиків було задіяно регресійний аналіз. Регресію представляють за допомогою рівняння, яке в найбільш простому випадку виглядає, як рівняння прямої:

$$Y = a_0 + a_1 * X \quad (2.4)$$

Але для того щоб впевнитись, що побудована регресійна модель якісно описує залежність використовуються певні математичні критерії: Коефіцієнт детермінації  $R^2$  та середню абсолютну помилку у відсотках.

НУБІП України

Основними показниками якості моделей авторегресії є критерій Акайке та байєсівський критерій Шварца. Вони є аналогічними за значенням до коефіцієнта детермінації  $R^2$ .

Критерій Акайке ґрунтується на узагальненні принципу максимальної правдоподібності. Це означає, що у наведеному вираженні випадкове обурення моделі вважається Гаусовим.

Критерій Шварца ґрунтується на Байєсівському підході та має більш фундаментальні теоретичні обґрунтування. Оцінка, яка отримується за допомогою даного показника, вважається повною. Однак на практиці частіше застосовують критерій Акайке.

Уі́д час проєктування програмного забезпечення для оцінки ризиків валютного портфелю було застосовано синтетичний підхід.

При синтетичному підході програмування починається без видимої конкретної мети: реалізується велика кількість елементарних понять проблемної області. Зате такий підхід дозволяє одержати апарат для спрощеного відшукування розв'язків всіх задач, які можна поставити у цій області та виразити через поняття нижнього рівня.

Для розробки архітектури програмного продукту, було використано принцип паттернів. Вони дозволяють вирішувати однотипні завдання швидшим способом, що позитивно впливає на час розробки та спрощує багато процесів.

Було задіяно принцип інверсії залежностей, щоб зробити модуль програми незалежним від об'єктів джерела і призначення даних. Для цього необхідно виробити абстракції для цих об'єктів, і зробити модулі залежними від цих абстракцій, а не один від одного.

В результаті всіх проведених дій було досягнуто кінцевої мети дослідження.

НУБІП України

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Коваленко Л.О., Реміньова Л.М. Фінансовий менеджмент: Навчальний посібник. - 3-тє вид., виправл. і допов. - К. : Знання, 2008. - 483 с.
2. Бланк І.О. Фінансовий менеджмент (+Доступ з локальної мережі СумДУ): Навчальний посібник. - К.: Ельга, 2008. - 724 с.
3. Брігхем Є. Основи фінансового менеджменту. - К.: Молодь, 1997. - 1000с.
4. Закон України „Про банки та банківську діяльність” (зі змінами та доповненнями) від 07.12.2000 р. №2121-III.
5. Постанова Правління Національного Банку України “Про внесення змін до деяких нормативно-правових актів Національного Банку України та встановлення лімітів відкритої валютної позиції Банку” від 12 серпня 2005 року N 290.
6. Постанови Правління Національного Банку України “Про затвердження Інструкції про порядок регулювання діяльності банків в Україні” (зі змінами та доповненнями) від 28 серпня 2001 року №368.
7. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ з інспектування банків "Система оцінки ризиків", схвалені постановою Правління Національного Банку України від 15 березня 2004 р., N 104.
8. Garbade K. Models of fluctuation in bond yields – an analysis of principal components. Technical Report. Bankers Trust Company, Money Market Center, 1986, June.
9. Красовський Ю.В. Цілі та завдання оптимізації портфелів залучених та запозичених грошових коштів комерційного банку / Ю.В. Красовський // Проблеми і перспективи розвитку банківської системи України: зб. наук. праць. – Суми: Мрія – 1 ЛТД УАБС, 2003. – Т. 7. – С. 145–153.
10. Куземко Н.В. Оптимізація портфеля банківських ресурсів з метою задоволення кредитного попиту / Н.В. Куземко // Фінансова система України: наук. записки. Серія «Економіка». 2010. – Вип. 13. – С. 454–457.

11. Постанова НБУ № 315 від 02.06.2009 р. «Про схвалення Методики розрахунку економічних нормативів»

12. Шарп Уильям Ф. Инвестиции: учебник / Уильям Ф. Шарп, Александр Гордон Дж., Бэйли Джеффри В. – М.: 2008.

13. Baltensperger E. Alternative Approaches to the Theory of the Banking Firm / E. Baltensperger // Journal of Monetary Economics – 1971. – January. – P. 205–218.

14. Markowitz H. Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments / H. Markowitz. – New York: John Wiley & Sons, 1959. – 356 p.

15. Porter R.C. A model of Bank Portfolio Selection / R.C. Porter // Yale Economic Essays. – 1961. – Vol. 1. – No. 2. – P. 323–359.

16. Akaike, H. A new look at the statistical model identification. — IEEE Transactions on Automatic Control. — 1974 T. 19. — 716--723 с.

17. Liddle A. R. Information criteria for astrophysical model selection. — Advances in Neural Information Processing Systems. Astronomy Centre, University of Sussex, 2008.

18. Burnham K. P., Anderson D.R. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. — 2-е изд. — Springer, 2002.

19. McQuarrie A. D. R., Tsai C. L. Regression and time series model selection. — World Scientific, 1998. — 455 с. — ISBN 981023242X

