

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет інформаційно-аналітичних технологій та менеджменту  
(повна назва)

Кафедра економічної кібернетики та управління економічною безпекою  
(повна назва)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)

Математична модель оптимального розподілу банківських ресурсів  
(тема)

Виконав:  
здобувач 2 року навчання  
групи ЕКМ-23-1  
Мар'єнко О.М.  
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 051 Економіка  
(код і повна назва спеціальності)


Тип програми освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Економічна кібернетика  
(повна назва освітньої програми)

Керівник доц. Степаненко С.В.  
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри

  
(підпис)

Полозова Т.В.  
(прізвище, ініціали)

2025 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет інформаційно-аналітичних технологій та менеджменту  
(повна назва)

Кафедра економічної кібернетики та управління економічною безпекою  
(повна назва)


Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 051 Економіка  
(код і повна назва)

Тип програми освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Економічна кібернетика  
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри   
(підпис)

«25» листопада 2024 р.

**ЗАВДАННЯ**  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

здобувачеві Мар'єнку Олексію Миколайовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Математична модель оптимального розподілу банківських ресурсів

затверджена наказом по університету від 22 листопада 2024 р. № 1226 Ст

2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії 10 січня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи Теоретичні та практичні розробки вітчизняних і зарубіжних авторів, періодичні видання, фінансова звітність банку, законодавчо-нормативні акти, електронні джерела

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі

Вступ. 1. Теоретико-методичні аспекти оптимального розподілу банківських ресурсів.

2. Аналіз результатів діяльності та використання фінансових ресурсів АТ КБ «ПриватБанк». 3. Економіко-математичне моделювання оптимального розподілу банківських ресурсів. Висновки. Перелік джерел посилання. Додаток.

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій \_\_\_\_\_

1. Об'єкт, предмет, мета і завдання дослідження. 2. Імітаційна модель управління банківськими ресурсами. 3. Показники доходності банку. 4-8. Результати аналізу показників діяльності банку. 9-10. Моделі ефективності операцій комерційного банку. 11. Математична модель розв'язання задачі. 12. Чисельне розв'язання задачі 13. Структурно-логічна характеристика результатів дослідження.

6. Консультанти розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Виконання першого розділу роботи	25.11.2024-30.11.2024	виконано
2	Виконання другого розділу роботи	01.12.2024-07.12.2024	виконано
3	Виконання третього розділу роботи	08.12.2024-18.12.2024	виконано
4	Оформлення роботи	19.12.2024-23.12.2024	виконано
5	Перевірка роботи на плагіат	24.12.2024-27.12.2024	виконано
6	Підготовка доповіді та ілюстративного матеріалу	28.12.2024-05.01.2025	виконано
7	Рецензування роботи	06.01.2025-09.01.2025	виконано
8	Подання роботи до екзаменаційної комісії	10.01.2025	

Дата видачі завдання 25 листопада 2024 р.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Нормоконтроль  
Шейко І.А.



Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

проф. Полозова Т.В.  
(посада, прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 101 с., 9 табл., 17 рис., 47 джерел, 1 додаток.

МОДЕЛЬ, ОПТИМАЛЬНИЙ РОЗПОДІЛ РЕСУРСІВ, БАНК, ЕФЕКТИВНІСТЬ, ФУНКЦІЯ РИЗИКУ, ДИНАМІКА ФОРМУВАННЯ ДОХОДНОСТІ БАНКУ, АЛГОРИТМ.

Об'єктом дослідження є управління банківськими ресурсами.

Мета дослідження – аналіз теоретичних положень і розробка економіко-математичної моделі оптимального розподілу банківських ресурсів.

Розглянуто теоретичні основи моделювання розподілу банківських ресурсів. Проаналізовано аспекти участі комерційного банку в інвестиційних проєктах. Розглянуто модель оптимального розподілу ресурсів між об'єктами інвестування. Проведено аналіз результатів господарської діяльності АТ КБ «ПриватБанк». Проаналізовано основні результати діяльності АТ КБ «ПриватБанк» в звітному періоді. Побудовано алгоритм оптимального розподілу банківських ресурсів. Розроблено математичну модель розподілу банківських ресурсів з урахуванням ризику для АТ КБ «ПриватБанк». Запропоновано методичні рекомендації щодо управління ризиками при інвестиційному кредитуванні для АТ КБ «ПриватБанк». Наведено структурно-логічну характеристику результатів дослідження.

## ABSTRACT

Master thesis: 101 p., 9 tables, 17 fig., 47 sources, 1 exhibit.

THE MODEL, OPTIMAL DISTRIBUTION OF RESOURCES, BANK, EFFICIENCY, FUNCTION OF THE RISK, DYNAMICS OF FORMATION BANK'S INCOME, ALGORITHM.

The object of the research is the management of banking resources.

The purpose of the research – a theoretical motivation and development to economic and mathematical model of the distribution bank resources with provision for risk.

The theoretical bases of modeling of the distribution bank resource were considered. The aspects of the participation of the commercial bank in investment project are analyzed. The model of the optimal distribution of resources between objects of investment was considered. The analysis of economic activity AT KB «PrivatBank» was made. The main results of activity AT KB «PrivatBank» were analyzed in currency period. The algorithm of the optimal distribution bank resources was built. The mathematical model of the distribution of bank resources is designed with provision of risk for AT KB «PrivatBank». The methodical recommendations were offered for risk management under investment credit for AT KB «PrivatBank». Structural and logical characteristic of the reception and providing research results is made.

## ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Теоретико-методичні аспекти оптимального розподілу банківських ресурсів.....	9
1.1 Моделі обґрунтування банківських інвестиційних рішень.....	9
1.2 Система показників доходності банківських установ .....	25
1.3 Алгоритми оптимального розподілу банківських ресурсів між об'єктами інвестування.....	31
2 Аналіз результатів діяльності та використання фінансових ресурсів АТ КБ «ПриватБанк».....	41
2.1 Загальна характеристика банку.....	41
2.2 Аналіз результатів фінансово-господарської діяльності банку.....	44
2.3 Напрями ефективного управління ресурсним потенціалом банку.....	56
3 Економіко-математичне моделювання оптимального розподілу банківських ресурсів.....	61
3.1 Математичні моделі участі банку в інвестиційних операціях.....	61
3.2 Динамічна модель оптимального розподілу банківських ресурсів для АТ КБ «ПриватБанк».....	78
3.3 Структурно-логічна характеристика результатів дослідження.....	88
Висновки.....	91
Перелік джерел посилання.....	96
Додаток А Копії публікацій.....	102

## ВСТУП

Банківська система – це фундамент, на якому будується економічна стабільність і процвітання держави, оскільки вона забезпечує платіжний обіг, кредитування та інші фінансові послуги.

Банківські ресурси – це паливо, яке рухає економіку, забезпечуючи фінансування підприємств та інвестиційних проєктів. Тому проблеми, пов'язані із ефективним формуванням та доцільним використанням банківських ресурсів залишається надзвичайно важливим для комерційних банків України.

Ефективне управління фінансовими ресурсами є ключовим фактором успіху будь-якого банку, оскільки воно дозволяє досягти стійких конкурентних переваг у динамічному ринковому середовищі.

Чим більшою та збалансованішою є ресурсна база банку, тим більше можливостей він має для кредитування підприємств та інвестиційних проєктів, стимулюючи економічне зростання.

Дослідження проблем формування та управління банківськими ресурсами в Україні мають глибокі національні корені, представлені працями таких вчених, як А. О. Петрук, С. В. Степаненко, О. Д. Василик, О. В. Дзюблюк, М. К. Бондарчук, Н. В. Мороз, О. М. Сергеев та інших. Водночас, українські вчені активно інтегруються в глобальний науковий дискурс, спираючись на досягнення таких закордонних дослідників, як Г. Айленберг, Г. Асхауер та інші.

Дослідження зосереджено на процесах залучення, розподілу та ефективного використання ресурсів комерційних банків з метою забезпечення їхньої фінансової стійкості та розвитку.

Об'єктом дослідження є управління банківськими ресурсами.

Предметом дослідження є методи і моделі оптимального розподілу банківських ресурсів.

Метою дослідження є аналіз теоретичних положень і розробка економіко-математичної моделі оптимального розподілу банківських ресурсів.

Для досягнення мети було поставлено такі завдання:

- розглянути теоретико-методичні аспекти оптимального розподілу банківських ресурсів;
- проаналізувати моделі обґрунтування банківських інвестиційних рішень;
- проаналізувати алгоритми оптимального розподілу ресурсів банку між об'єктами інвестування;
- здійснити аналіз результатів діяльності та використання фінансових ресурсів АТ КБ «ПриватБанк»;
- розкрити особливості управління фінансовими ресурсами банку;
- дослідити математичні моделі участі банку в інвестиційних операціях;
- запропонувати динамічну модель оптимального розподілу банківських ресурсів для АТ КБ «ПриватБанк»;
- навести структурно-логічну характеристику результатів дослідження.

Дослідження базується на широкому спектрі джерел, включаючи наукові праці вітчизняних і закордонних авторів, чинне законодавство України, фахові видання та первинні дані бухгалтерської та статистичної звітності досліджуваного банку.

Основні наукові результати дослідження:

- систематизовано математичні методи моделювання оптимального розподілу банківських ресурсів;
- запропоновано економіко-математичну модель оптимального розподілу банківських ресурсів, що дозволяє максимізувати прибуток і врахувати ризик втрати ресурсів з урахуванням часу їх надання.

Запропонована модель дозволяє визначити розподіл банком ресурсів між інвестиційними проектами залежно від їх прибутковості і ступеня ризику.

У дослідженні застосовано комплекс методів, що включають аналіз та синтез для вивчення підходів до розподілу банківських ресурсів, теоретичний пошук для дослідження наукової проблематики, системний підхід для аналізу зовнішнього та внутрішнього середовища, фінансовий аналіз та зіставлення для оцінки діяльності банку, графічний метод для візуалізації результатів, статистичні методи для дослідження діяльності банку та математичну статистику для оцінки ризиків.

Практична значущість отриманих результатів полягає у тому що запропоновані рекомендації дозволяють визначити оптимальний розподіл банківських ресурсів з урахуванням ризику, що підвищити ефективність управлінських рішень у визначенні політики майбутнього інвестування.

Апробація результатів дослідження. Основні результати досліджень, висновки і рекомендації, що викладені в роботі, доповідались на IV Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні стратегії економічного розвитку: наука, інновації та бізнес-освіта» (Харків, 2023).

Публікації. Результати досліджень опубліковано в 2 наукових працях, в тому числі 1 статті у колективній монографії та 1 тезах конференції.

# 1 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ БАНКІВСЬКИХ РЕСУРСІВ

## 1.1 Моделі обґрунтування банкіських інвестиційних рішень

Інвестиційна діяльність комерційного банку – це реалізація найбільш ефективної форми вкладення капіталу, спрямованого на розширення економічного потенціалу об'єкта інвестування. Інвестиція – це довгострокове вкладення грошових коштів, майнових та інтелектуальних цінностей у об'єкти різних галузей економіки, матеріальні чи нематеріальні активи, які використовуються в процесі підприємницької або іншої діяльності з метою отримання економічної вигоди у майбутньому або досягнення соціальних цілей. Фінансування інвестиційних проєктів – один з найважливіших напрямів реалізації активів комерційного банку [1-5].

У сучасному фінансовому секторі найвищі прибутки отримують не від традиційного кредитування, а від уміння в потрібному місці і в потрібний час вкласти інвестиції. Для реалізації і подальшого розвитку цього напрямку бізнесу треба вирішити складні проблеми не лише визначення джерел накопичення інвестиційних ресурсів, а й розробити необхідні банківські інформаційні технології і вжити належних заходів щодо вдосконалення і зміцнення банківської системи України. Основними проблемами, що стоять перед нею, є капіталізація і вдосконалення структури активів.

У даний час обсяг довгострокового (інвестиційного) кредитування є незначним і становить 17% від загальної суми кредитних вкладень. Однією з основних причин такого стану є та обставина, що середні і дрібні банки неспроможні на значні обсяги кредитування – для цього вони не мають достатньо ресурсів. Крім того, слід враховувати, що інвестиційні проєкти схильні до підвищених ризиків, які не завжди можуть витримати дрібні банки [5-8].

Сучасний банківський сектор характеризується зростаючою концентрацією, що проявляється в активному процесі злиття банківських установ. Цей тренд обумовлений необхідністю збільшення масштабів операцій та посилення ролі інвестиційної діяльності, яка стала ключовою для найбільших світових банків [8].

Особливе місце в процесах інвестиційної діяльності посідають залучення в економіку іноземних інвестицій. Як показує світовий досвід, практично всі розвинені країни і країни, що розвиваються, активно залучали в економіку іноземні інвестиції. Інвестиції капіталу по суті є наслідком і продовженням експорту товарів, бо у міру наповнення ринку посилюється тенденція до перенесення виробництва в країну-імпортера даного товару, намагання наблизити виробництво до споживача. Практика показує, що прямі інвестиції є потужним каталізатором економічного зростання, оскільки вони забезпечують приплив капіталу, трансфер технологій та сприяють інтеграції в глобальні виробничі ланцюжки. Важливо підкреслити, що на відміну від іноземних запозичень і кредитів вони не стають додатковим тягарем для зовнішнього боргу, а навпаки – сприяють одержанню коштів для його погашення [9-11].

Для України більш вигідно залучати в економіку іноземні інвестиції, ніж кредити, оскільки нерегульований процес одержання кредитів може призвести до надмірної зовнішньої заборгованості, що ускладнить не лише економічний, а й політичний стан України в міжнародних відносинах. Крім того, на відміну від інвестицій, кредити не створюють заінтересованості іноземного кредитора щодо їх ефективного використання, бо надаються під гарантію уряду України, який переважно і здійснює виплату заборгованості замість підприємств-позичальників [9].

У разі ж інвестування іноземний партнер отримує прибуток від спільної діяльності з українським партнером. Через це він заінтересований у найбільш ефективному використанні свого капіталу, що примушує його контролювати використання інвестицій, брати безпосередню участь у

виробництві. Через значний дефіцит власних інвестиційних ресурсів Україна вимушена активно залучати іноземний капітал для фінансування економічного розвитку.

Інвестиції являють собою вкладення капіталу в різноманітних його формах, джерелом інвестицій може виступати окремий банк або банківський консорціум, фізична або юридична особа, проте найбільш розповсюдженим є вкладення інвестиційних ресурсів за посередництва комерційного банку. В цьому випадку банк є безпосереднім учасником процесу інвестування і бере на себе певну відповідальність за його успішний результат.

Інвестиційні проєкти можуть бути класифіковані за різними критеріями, що дозволяє детально аналізувати їхні особливості. Найпоширеніші класифікації включають поділ за обсягом інвестицій (реальні та фінансові), за періодом інвестування (короткострокові та довгострокові), за характером участі (прямі та непрямі), за рівнем ризику (безризикові, низькоризикові, високоризиковані), формою власності (приватні та державні) та регіональною приналежністю інвесторів.

Випереджаючі темпи збільшення обсягів інвестицій порівняно з темпами зростання промислового виробництва є основою для подальшого динамічного розвитку вітчизняної економіки [10-12]. Стратегічно важливою передумовою економічного зростання є залучення інвестицій. Проте масові інвестиції надходять в економіку тоді, коли інвестори будуть впевнені, що уряд проводить зважену макроекономічну політику на основі виконання розумних законів.

Інвестиційна політика держави є рушійною силою економічного зростання. Обсяги інвестицій безпосередньо впливають на темпи розвитку економіки. При цьому інвестиційна діяльність підпорядкована загальним цілям розвитку країни. Однак, інвестиції характеризуються значною нестабільністю та високим рівнем ризику. Можливість втрати інвестиційного капіталу є суттєвою проблемою, оскільки інвестиції зазвичай здійснюються на тривалий термін і в значних обсягах. Це пояснюється такими основними

причинами. Процес інвестування триває звичайно значний проміжок часу (1-3 роки і більше). Загальновідомо, що рівень ризику, який визначається часовою функцією ризику, знецінює процентну плату за кредит навіть при незначному рівні ризику, віднесеного до одного року (не більше 5%). З цієї ж причини при визначенні розміру оплати за інвестиційний кредит необхідно враховувати проблеми інфляції та ліквідності і вводити в оплату премії не лише за ризик, а й за ліквідність і за інфляцію. Друга причина полягає в тому, що інвестиційні проєкти мають, як правило, інноваційний характер, що відповідає підвищеному ризику. Інвестиційний прибуток при реалізації інвестиційного проєкту формується звичайно із значним лагом запізнення, що також не завжди влаштовує інвестора. В інвестиційній діяльності спостерігається значна динаміка грошових потоків, яка може суттєво змінюватися від одного періоду до іншого. Маються на увазі інвестиційний прибуток та інвестиційні витрати [9].

Основним мотивом, що стимулює інвестора до вкладення інвестиційних ресурсів, є отримання плати за інвестиції. Головною умовою своєчасного повернення вкладених ресурсів і плати за них є отримання інвестиційного прибутку. При визначенні плати за інвестиції необхідно враховувати [13-17]:

- очікуваний обсяг інвестиційного прибутку;
- особливості інвестиційної політики;
- механізм витрат при інвестуванні і складові цих витрат.

З урахуванням витрат, які здійснюються при інвестуванні, плата за надання інвестиційних ресурсів ( $N$ ) визначається з формулою [14-16]:

$$N = [P_{\text{нп}} + P_{\text{р}} + P_{\text{л}} + P_{\text{і}} \pm P_{\text{іо}}] (1 + q)^n, \quad (1.1)$$

де  $P_{\text{нп}}$  – норма прибутку на інвестиційний капітал;  
 $P_{\text{р}}, P_{\text{л}}, P_{\text{і}}$  – премії за ризик, ліквідність, інфляцію;  
 $P_{\text{іо}}$  – відхилення у витратах за індивідуальним планом;

$q$  – коефіцієнт дисконтування;

$n$  – число періодів оплати витрат і отримання прибутку.

Всі перелічені у формулі (1.1) величини (крім  $P_{i0}$ ) визначають ризик.

Визначимо складові, що входять до формули (1.1).

Сума премії за інфляцію  $P_i$ , визначається за формулою [14]:

$$P_i = P_{pi} \cdot T_{ir}, \quad (1.2)$$

де  $P_{pi}$  – грошова сума з урахуванням інфляції;

$T_{ir}$  – прогнозований річний темп інфляції у десяткових дробах.

Значення  $P_{pi}$  визначиться із співвідношення [14]:

$$P_{pi} = \frac{S_i}{[(q + q_i)(1 + T_{ir})]^n}, \quad (1.3)$$

де  $S_n$  – номінальна вартість грошей в майбутньому, що мають бути отримані як річний прибуток інвестиційного проекту;

$q_i$  – коефіцієнт дисконтування, що визначається інфляцією [10, 14]:

$$q_i = \frac{q - T_{ir}}{1 + T_{ir}};$$

де  $T_{ir} = (1 + T_{im})^{12} - 1$ ;

$T_{im}$  – очікуваний середньомісячний темп інфляції в десяткових дробах.

Низька ліквідність інвестицій вимагає вищої компенсації за ризик, який бере на себе інвестор.

Головний показник ліквідності – це термін реалізації інвестиції  $T_L$ , дорівнює

$$T_L = T_K - T_T;$$

де  $T_k$  – кількість днів для реалізації об'єкта;

$T_T$  – період виконання операції (звичайно  $T_T = 7$  днів).

Відносний рівень премії (в процентах) за ліквідність  $K_L$  визначається формулою [6, 10]:

$$K_L = \frac{T_L \cdot D_H}{360},$$

де  $D_H$  – середній щорічний дохід з безризикових активів.

Абсолютний обсяг премії за ліквідність  $P_L$  визначається формулою:

$$P_L = \frac{K_L}{100} P_{\text{інв}}, \quad (1.4)$$

де  $P_{\text{інв}}$  – сума інвестицій.

Премія за ризик  $P_p$  визначається за формулою [6, 10, 11]:

$$P_p = P_{\text{інв}} \left[ \frac{p(1+r)}{1-p} \right],$$

де  $p$  – ризик втрати суми інвестиції;

$r$  – вільна від ризику процентна ставка. У даному випадку  $r=q$ .

Інвестиції надаються на значний термін, тому визначення ризику величиною, не залежною від часу, є не виправданим.

Отже, більш правильно буде замість  $p$  застосовувати часову функцію ризику  $P(t)$ . В [15] визначено:

$$P(t) = 1 - e^{-\lambda t},$$

де  $t$  – інтервал часу надання інвестиційного ресурсу;

$$\lambda = -\text{Ln}(1 - P_1);$$

де  $P_1$  – імовірність втрати одиниці ресурсу на інтервалі часу, рівному одному року.

Наведені вирази показують, що ризик  $P(t)$  може досягати значної величини навіть при невеликих  $P_1$ .

З урахуванням наведених співвідношень [15]:

$$P_p = P_{\text{інв}} \left[ \frac{(1+q)P(t)}{1-P(t)} \right]. \quad (1.5)$$

Значення  $P_{\text{інв}}$  визначається індивідуально для кожного інвестиційного проєкту з урахуванням його особливостей.

Найважливішою характеристикою інвестиційного проєкту є обсяг інвестицій. Завищення цього обсягу поглиблює складність обслуговування і повернення інвестицій, що може негативно вплинути на загальну ефективність проєкту, заниження обсягу може зірвати виконання проєкту. Основні зусилля щодо визначення обсягу інвестицій повинні докладати менеджери об'єкта інвестування, оскільки вони є найбільш заінтересованими суб'єктами. Проте це питання не повинно залишатися поза межами аналізу, який здійснюється банком, що реалізує інвестування. Банк також заінтересований у підтримці більш високого рейтингу проєкту – це знижує рівень ризику неповернення, крім того, загальні інвестиційні ресурси банку обмежені і їх витрачання не повинно супроводжуватися надлишковими витратами.

Будь-який інвестиційний проєкт у початковій фазі розробки має певну мету і спрямований або на розробку нових продуктів, або на підвищення якості, обсягів виробництва, рентабельності продукції, що вироблюється. Для цього передбачено або створення додаткових виробничих потужностей, або заходи щодо вдосконалення обладнання, технологій і організації виробничих процесів. Усім цим заходам відповідає певна виробнича функція, яка

відображає залежність між обсягом продукції, що випускається, та компонентами витрат капіталу та праці [14, 15]:

$$Y = F(K, L),$$

де  $Y$  – обсяг виробленої продукції;

$K$  – витрати капіталу;

$L$  – витрати праці.

Вид залежності  $F$  визначає відома функція Кобба – Дугласа [14, 15]:

$$Y = aK^{\alpha} \cdot L^{1-\alpha}, \quad (1.6)$$

де  $a$  і  $\alpha$  – мають конкретні значення для певних економічних об'єктів.

Будь-який інвестиційний проєкт планується реалізувати на конкретному об'єкті, що дає можливість оцінити передбачувані значення коефіцієнтів  $a$  і  $\alpha$  та визначити значення  $K$  за формулою (6.50).

Значення  $K$  може бути уточнене за допомогою застосування моделі Солоу [24]:

$$y = a \cdot k^{\alpha},$$

де  $k=K/L$  – показник накопичення капіталу на одиницю зарплати;

$y=Y/L$  – показник обсягу випуску продукції на одиницю зарплати.

Ця модель дозволяє визначити «золотий рівень накопичення», що забезпечує найвищий рівень споживання.

Рішення питання про ініціалізацію інвестиційного проєкту засноване на визначенні оцінки ефективності проєкту. Це рішення має бути прийняте спільно як менеджерами інвестованого об'єкта (МІО), так і менеджерами інвестора комерційного банку (КБ). Від того, наскільки об'єктивним і обґрунтованим є це рішення, буде залежати обсяг прибутку від впровадження проєкту, успішність виконання інвестиційної угоди і

перспективи продовження співробітництва МІО і КБ. Слід відзначити, що інтереси МІО і КБ повністю не збігаються, але і не перебувають у протиріччі.

Так, МІО зацікавлені в максимізації прибутку від реалізації інвестиційного проєкту ( $P_r$ ) і у пропозиції співробітництва з КБ. У свою чергу, КБ також заінтересовані у співробітництві, але головним чином вони заінтересовані в отриманні платні за інвестицію. Якщо оплата передбачена у вигляді процентної ставки за інвестицію ( $q_i$ ) і передбачені строки виплат, то КБ заінтересовані в повному дотриманні угоди про оплату.

Формально це положення викладене в [15] і показано, що за виконання умови:

$$\frac{\partial P_r}{\partial I} > r, \quad (1.7)$$

інвестиції доцільні, у противному разі КБ краще давати гроші в борг під процент  $r$ , де  $r$  – процентна ставка, прийнята на ринку капіталу,  $I$  – сума інвестицій.

Математична залежність  $P_r(I)$  часто буває невизначеною, тому рівняння (1.7) зводиться до детальної перевірки окремих умов і проведення якісного аналізу. При цьому необхідно дотримуватися таких основних принципів:

- при оцінці ефективності реальних інвестиційних проєктів не обхідне порівняння доходів і витрат;

- оцінка повернення інвестованого капіталу повинна здійснюватись на основі показника «чистого грошового потоку» ( $P_{хгп}$ ). Цей показник враховує чистий прибуток і амортизаційні відрахування;

- процес інвестування має тривалий характер, тому всі оцінки грошових потоків необхідно приводити до одного часу, найдоцільніше – до поточної вартості. Суть приведення грошових потоків полягає у врахуванні дисконт-доходу ( $D$ ). Для складних процентів дисконт-доход визначається формулою [14, 15]:

$$D = \frac{1}{(1+q)^n}.$$

Оцінки ефективності реальних інвестиційних проєктів виконуються на основі використання системи показників [15]: чистий приведений дохід ( $P_{\text{чпд}}$ ); індекс дохідності ( $D_i$ ); індекс рентабельності ( $P_{\text{ип}}$ ); період окупності ( $T_{\text{по}}$ ); внутрішня ставка дохідності ( $B_{\text{сд}}$ ).

Найповнішу картину ефективності інвестиційного проєкту дає показник чистого приведенного доходу (ЧПД). ЧПД розраховується як різниця між сумою всіх грошових потоків, отриманих від проєкту за весь період його експлуатації (з урахуванням інфляції та часової вартості грошей), та сумою початкових інвестицій. Іншими словами, ЧПД показує, наскільки сума грошей, отриманих від проєкту, перевищує суму грошей, вкладених у нього:

$$P_{\text{чпд}} = P_{\text{чдп}} - P_{\text{із}},$$

де  $P_{\text{із}}$  – обсяг фінансування, необхідний для завершення проєкту.

Даний показник слугує не лише інструментом для ранжування інвестиційних проєктів за ефективністю, а й критерієм прийнятності проєкту для інвестування, що є особливо важливим для банків. Якщо показник чистого приведенного доходу від'ємний або дорівнює нулю, то проєкт є недоцільним, оскільки він не виправдає вкладений капітал. При позитивному значенні показника реалізація проєкту збільшить капітал і ринкову вартість підприємства.

Індекс дохідності дає змогу зіставити чистий грошовий потік по проєкту з інвестиційними витратами і розраховується за формулою [14]:

$$D_i = \frac{P_{\text{чдп}}}{P_{\text{із}}}. \quad (1.8)$$

Значення  $D_i < 1$  ознає недоцільність впровадження проєкту. Індекс рентабельності  $P_{ip}$  визначається формулою [14]:

$$P_{ip} = \frac{P_{чш}}{P_{із}}, \quad (1.9)$$

де  $P_{чш}$  – середньорічна сума чистого інвестиційного прибутку за період експлуатації проєкту. Цей показник виділяє у сукупному чистому грошовому потоці суму інвестиційного прибутку.

Цінність використання цього показника полягає у можливості порівняльної оцінки рівня рентабельності операційної і інвестиційної діяльності. Результати порівняння дають змогу визначити можливість підвищення загального рівня рентабельності використання капіталу.

Серед різноманітних показників ефективності інвестиційних проєктів, період окупності вирізняється своєю простотою та наочністю. Він показує, за який час вкладені кошти повернуться у вигляді прибутку. Розрахунок періоду окупності здійснюється за формулою [14]:

$$T_{по} = \frac{P_{із}}{P_{чдпг}}, \quad (1.10)$$

де  $P_{чдпг}$  – середнє арифметичне значення чистого грошового потоку, який проєкт генерує за кожний рік своєї експлуатації.

Серед усіх методів оцінки ефективності інвестиційних проєктів, розрахунок внутрішньої норми прибутковості є найбільш складним і вимагає спеціальних знань та інструментів.

Внутрішня ставка доходу ( $B_{сд}$ ), є ставкою дисконту, за якої чиста поточна вартість проєкту  $P_{хпд} = 0$ . Звідки:

$$\frac{P_{чдпг}}{(1+r)^n} - P_{пі} = 0,$$

де  $P_{\text{пі}}$  – сума похаткової інвестиції. При цьому:

$$V_{\text{сд}} = \sqrt[n]{\frac{P_{\text{чдп}}}{P_{\text{пі}}}} - 1. \quad (1.11)$$

У період окупності проєкту пов'язаний з грошовим потоком і сумою похаткової інвестиції співвідношенням [14, 15]:

$$\sum_{i=1}^T P_{\text{рпн}} \leq P_{\text{пі}} \leq \sum_{i=1}^{T+1} P_{\text{рпн}},$$

де  $P_{\text{рпн}}$  – річний грошовий потік;

$T$  – число років реалізації проєкту.

Показник  $V_{\text{сд}}$  прийнятний для порівняльної оцінки не лише в рамках інвестиційних проєктів, а й у більш широкому діапазоні (порівняння з рентабельністю операційних активів, власного капіталу, рівнем доходності за альтернативними видами інвестування - депозитними вкладками, придбанням цінних паперів тощо).

На кожному об'єкті як цільовий норматив може бути встановлений показник – мінімальна ставка  $V_{\text{сд}}$ , і будь-який проєкт з нижчим його значенням автоматично слід відхиляти.

При визначенні доцільності інвестування застосовуються різні моделі, в тому числі й імітаційні, моделі внутрішньофірмового планування і прогнозування, моделі бізнес-планування. За відсутності власних підрозділів банк може отримати оцінки інвестованого об'єкта за допомогою спрощених моделей, заснованих на використанні наведених у даній роботі розрахункових формул.

У будь-якому випадку у дослідженнях, що проводяться, на перший план висувається задача визначення прибутковості інвестиційного проєкту (ІІІ).

В укрупненому плані рішення цієї задачі виконується у вигляді такої послідовності операцій:

- імітація в часі основних процесів і грошових потоків, що відбуваються на об'єкті інвестування;
- оцінка факторів інфляції, ризику, ліквідності і дисконтування, визначення премій за цими факторами і плати за інвестований капітал;
- побудова часової схеми проходження грошових потоків на об'єкті інвестування і розрахунок ефективності реалізації ІІ на всіх етапах реалізації.

Задача визначення прибутковості ІІ є основною, але не єдиною. У загальному випадку в процесі дослідження інвестиційної діяльності банк повинен вирішувати цілий ряд задач обґрунтування основних рішень у галузі інвестиційної діяльності.

Для вирішення цих задач банком можуть бути використані різні моделі і методи. Якість аналізу визначається рівнем складності модельних досліджень. У тих банках, які мають спеціальні підрозділи для такої діяльності, ці моделі постійно використовуються і вдосконалюються. Крім того, при розробці великих інвестиційних проєктів банки можуть створювати тимчасові групи аналізу розвитку ІІ спільно з об'єктами, що отримують інвестиції. Спільні рішення дозволяють не лише розподілити витрати на дослідження, а й сприяють кращому отриманню похаткових даних для досліджень, основна частина яких визначається на об'єкті інвестування. За цих умов можуть бути виконані детальні дослідження з прогнозування результатів вкладення інвестиційних ресурсів на конкретних об'єктах. Для проведення детальних досліджень можуть бути використані імітаційні моделі.

Імітаційні моделі відображають будь-які процеси, що потребують досліджень. Процес функціонування складної системи можна розглядати як послідовну зміну її станів, що описується характеристиками в  $n$ -мірному просторі. Задачею моделювання процесу функціонування об'єкта є побудова моделювальних функцій і обчислення детермінованих і випадкових величин,

що до них входять. Імітаційні моделі застосовують у тих випадках, коли аналітичні способи дослідження моделі відсутні.

При моделюванні динамічних систем і їх функціонуванні протягом заданого періоду часу відтворюються характеристики моделі системи або через рівні інтервали часу, або із змінним часовим кроком. Це дозволяє заощадити час на виконання процесу моделювання.

Розроблення імітаційної моделі для комплексного дослідження ефективності інвестиційного проєкту потребує повного описання такого об'єкта, проєкту нової технології роботи об'єкта, заснованої на використанні інвестицій, і визначення на ньому характеристик ефективності реалізації проєкту.

Реалізуючи стратегію і тактику інвестиційної діяльності, комерційний банк змушений вирішувати такі задачі:

- формування портфеля замовлень на інвестиції;
- визначення прибутковості і рівня ризику інвестування конкретного об'єкта;
- розподіл інвестиційних ресурсів банку між об'єктами, що звертаються до банку за отриманням інвестицій;
- безперервне супроводження інвестиційних угод до їх повного завершення;
- залучення інвестиційних ресурсів.

Перелічені задачі складні, багатопланові і динамічні. Деякі з них, наприклад, задача 3, має розподільний характер і вирішується для групи об'єктів. Тому доцільно весь комплекс задач охопити імітаційною моделлю, укрупнена схема якої представлена на рис. 1.1.

Наведена на рис. 1.1 схема включає п'ять блоків, робота яких частково синхронізована в часі. Так, виконання блоку 1 передує всім іншим. Блок 2 реалізується послідовно для кожної заявки. Після обробки всіх заявок виконується робота блоку 3. Робота блоку 4 виконується незалежно від інших блоків, але від результатів роботи блоку 4 залежить обсяг інвестиційних ресурсів і, як наслідок, робота блоку 3. Блок 3 виконується для

всього портфеля заявок, внесених у список інвестування за результатами роботи блоку 2. Блок 5 одночасно обслуговує всі укладені банком інвестиційні угоди і синхронізується з часом реалізації проєктів.



Рисунок 1.1 – Схема імітаційної моделі управління інвестиційною діяльністю комерційного банку

*Джерело: сформовано автором за [11, 14, 15]*

Блок 1. Має на меті зібрати необхідні документи для вивчення заявки на інвестування і перевірити репрезентивність цих документів. Роботу блоку важко формалізувати, і практично вона виконується традиційними методами.

Блок 2. Цей блок має ключове значення, оскільки за результатами його роботи комерційним банком приймається рішення про інвестування конкретного ІІ. Якість роботи банку значною мірою визначається аналітичними і обчислювальними можливостями. Імітаційна модель реалізації блоку 2 далі буде розглянута більш детально.

Блок 3. Для кожного ІІ вважаються відомими: процентна ставка плати за інвестиції ( $N_j$ ); часовий інтервал виконання ІІ ( $t_j$ ) і рівень (функція)



взяти на себе банк. Ця особливість обумовлена специфікою інвестиційних проєктів і відмінністю інвестиції від звичайного кредиту на підтримання інвестиційної діяльності. У блоках 3-4 визначається кредитоспроможність об'єкта звичайними методами. Відомі методи визначення кредитоспроможності в момент часу  $t_0$  засновані на аналізі економічних нормативів об'єкта, що обчислюються за час  $t < t_0$ . Таким чином, враховується загальний стан і передісторія функціонування об'єкта.

Позитивне рішення щодо кредитоспроможності при розгляді інвестиційних проєктів є необхідним, проте не достатнім. Справа в тому, що сума інвестиції зазвичай значно перевищує суму звичайного кредиту і має більш довгостроковий характер. Основою для успішного завершення інвестиційної угоди є врахування і орієнтація майбутнього прибутку інвестиційного проєкту, очікуваного на час  $t > t_0$ .

Розрахунки суми інвестиції і очікуваного прибутку можуть бути виконані з використанням даних, отриманих на інвестовуваному об'єкті. Об'єктивні дані для розрахунків можуть бути отримані методами внутрішньофірмового планування, зокрема, бізнес-планування, особливо із застосуванням динамічних моделей. Застосування цих методів з високим ступенем достовірності дозволить отримати оцінки прибутковості інвестиційних проєктів.

Інвестиційна діяльність комерційного банку є перспективною і являє собою об'єкт для оперативного і стратегічного планування, а також стратегічного менеджменту.

## 1.2 Система показників доходності банківських установ

Базовим показником для оцінки успішності роботи банку є чистий процентний дохід ( $P_{\text{ХПД}}$ ), який розраховується як різниця процентних доходів і витрат за відповідний період, а саме [9, 14, 15]:

$$P_{\text{ХПД}} = P_{\text{ПД}} - P_{\text{ПВ}}$$

де  $P_{\text{ПД}}$  – процентні доходи;

$P_{\text{ПВ}}$  – процентні витрати.

Незважаючи на те, що сумарний дохід від відсотків може бути високим, його абсолютне значення не дозволяє порівняти результати роботи банку різного масштабу. Для усунення цього недоліку використовується показник рентабельності відсоткових активів ( $P_{\text{ЧПМ}}$ ). Він являє собою відношення доходу від відсотків до середніх відсоткових активів банку, виражене у відсотках. Цей показник дозволяє оцінити ефективність використання банком своїх активів для отримання доходу від відсотків [11]:

$$P_{\text{ЧПМ}} = \frac{P_{\text{ЧПД}}}{P_{\text{ПА}}} \cdot K_0 \cdot 100,$$

де  $P_{\text{ПА}}$  – середні процентні активи;

$K_0$  – кількість періодів для приведення до річної бази.

Рентабельність відсоткових активів можна підвищити шляхом: встановлення більш високих процентних ставок за кредитами, придбання цінних паперів з вищим рівнем доходності, зменшення обсягу безнадійних кредитів та зниження вартості залучених коштів за рахунок збільшення власного капіталу або залучення безкоштовних ресурсів (наприклад, коштів на поточних рахунках клієнтів).

Для аналізу прибутковості банку розраховують середньозважену процентну ставку за всіма видами активів, що приносять дохід (дохідність активів), та середньозважену процентну ставку за всіма видами зобов'язань, за якими нараховуються відсотки (витратність зобов'язань). Це дозволяє оцінити ефективність управління процентними ризиками та визначити основні джерела прибутковості банку.

Ключовим показником ефективності роботи банку є так званий «спред» – різниця між доходами, отриманими від активів (кредитів,

інвестицій), та витратами на залучення коштів (депозитів, інших пасивів). Раніше основна увага приділялася збільшенню доходів від активів. Однак сучасний підхід до управління банком передбачає одночасну оптимізацію як активів, так і пасивів. Це дозволяє не тільки збільшувати доходи, але й знижувати витрати, що в сукупності призводить до підвищення прибутковості. Крім того, такий підхід забезпечує більш ефективне управління ліквідністю банку.

Одним з найважливіших завдань сучасного банківського менеджменту є оптимізація співвідношення між прибутковістю та ризиком всіх операцій. Інтегрований підхід до управління банком дозволяє вирішити цю проблему, оскільки він враховує взаємозв'язок між цими двома показниками. Відомо, що підвищення прибутковості зазвичай пов'язане зі зростанням ризику. Тому пошук оптимального співвідношення між ними є ключовим завданням для будь-якого банку. Для цього необхідно використовувати моделі однаково критичні щодо дохідності та ризику [9, 14, 15].

Для досягнення максимальної прибутковості банку необхідно застосовувати інтегрований підхід, який передбачає оптимізацію всіх складових доходів. При цьому необхідно враховувати взаємозв'язок між прибутковістю, рівнем ризику та часовими параметрами операцій.

Тому, розглядаючи обсяг середньої суми процентних активів, будемо враховувати, що кожна активна операція розрахована на період її проведення  $t_k$ , де  $k$  може бути довільним в інтервалі  $[0, T]$ , причому  $0 \leq t_k \leq T$ , при цьому ще величину  $T$  не можна повністю обмежити. Можна ввести розумні обмеження, наприклад  $T \leq 3$  років. На практиці  $t_k$  звичайно не буває довільним, встановилися певні загальноприйняті терміни проведення активних операцій: декілька днів, 10 днів, 20 днів, 1 місяць і т. д. Таким чином, можна перерахувати обчислювану множину  $1, 2, \dots, K$  значень  $t_k$ , які мають місце на практиці. Будемо орієнтуватися на виконання цього припущення і позначимо літерою  $K$  кількість можливих термінів проведення активних операцій, тоді [9, 14, 15]:

$$P_{\text{па}} = \sum_{i=1}^M P_{\text{ик}}, \quad i = \overline{1, M},$$

де  $P_{\text{ПА}}$  – загальна сума активів;  
 $P_{\text{ик}}$  – обсяг  $i$ -го активу з терміном  $K$ ;  
 $M$  – кількість активів банку.

Природно, що величина  $t_k$  буде визначати рівень ризику  $r_k$  активу і значення величини процентної ставки, котру позначимо через  $f_i(t_k, r_k)$ . Тоді обсяг процентного доходу  $P_{\text{д}}$  активів банку  $P_{\text{ПА}}$  визначається за формулою:

$$P_{\text{д}} = \sum_{i=1}^M f_i(t_k) \cdot P_{\text{ик}}.$$

Другою основною складовою доходів банку є комісійні доходи  $P_{\text{ком}}$ . Нехай банк протягом року проводить  $N$  комісійних операцій, кожна з яких здійснюється на суму  $P_{\text{JOB}}$ , тоді загальна сума комісійного доходу банку  $P_{\text{ком}}$  визначиться співвідношенням [9, 14, 15]:

$$P_{\text{ком}} = \sum_{j=1}^N C_{\text{ком}} P_{\text{JOB}},$$

де  $j$  – номер комісійної операції;  
 $N$  – кількість комісійних операцій банку;  
 $C_{\text{ком}}$  – комісійна ставка на одиницю суми операції.

Третьою основною складовою доходів банку є інші банківські та небанківські операційні доходи. Доходи банку формуються за рахунок таких джерел, як прибуток від торгових операцій на фінансових ринках, дивіденди від акцій, що входять до інвестиційного портфеля банку, зменшення резервів на покриття можливих збитків, а також штрафів, пені та неустойок, стягнутих з боржників. Крім того, доходи банку можуть поповнюватися за рахунок повернення надмірно сплачених податків на прибуток.

Підсумовуючи основні складові, отримуємо рівняння, що визначає загальний банківський дохід  $P$  [24, 34]:

$$P = P_{\text{д}} + P_{\text{КОМ}} + P_{\text{І}} = \sum_{i=1}^M f_i(t_k, r_k) P_{ik} + \sum_{i=1}^N C_{\text{КОМ}} \cdot P_{\text{JOB}} + P_{\text{І}} \rightarrow \max, \quad (1.12)$$

при

$$\sum P_{ik} \leq P^A; \quad \sum P_{\text{JOB}} \leq P_{\text{ОБ}}, \quad (1.13)$$

де  $P_{\text{ОБ}}$  – загальна сума обігу в комісійних операціях.

Останнє рівняння (1.12) і наведені обмеження (1.13) можна назвати основним рівнянням визначення дохідності комерційного банку. Це рівняння дає змогу визначити величину доходу банку, а аналіз його структури приводить до важливих для планування роботи банку висновків, а саме:

- основну за розміром частину доходу банк отримує від проведення активних операцій ( $P_{\text{д}}$ );

- дохід, який банк отримує від своїх активів (кредитів, інвестицій), прямо пропорційний загальному обсягу цих активів. Однак рівень дохідності залежить від прибутковості кожної окремої операції та пов'язаного з нею рівня ризику;

- найважливішим фактором забезпечення отримання стабільного і зростаючого доходу банку є підвищення рівня активів банку і якісний розподіл активів за формами і типами, що досягається ефективним механізмом оперативного і стратегічного планування. Алгоритми планування мають спиратися на застосування оптимальних розподільних алгоритмів, які враховували б дохідність кожного активу, ризик, що його супроводжує, і часові параметри. Крім використання отриманих із аналізу рівняння дохідності висновків, слід також активно застосовувати всі напрями підвищення ефективності менеджменту комерційного банку, що сприяють підвищенню прибутковості та фінансової стійкості комерційного банку.

Слід зазначити, що основними з цих напрямів є:

- підвищення рівня капіталізації комерційних банків;
- одночасне інтегроване управління активами і пасивами комерційного банку;
- управління витратами банку;
- розробка і впровадження функції планування у складі менеджменту комерційного банку;
- удосконалення структури активів банку;
- покращення якості обслуговування клієнтів, збільшення привабливості банківських продуктів та залучення нових клієнтів;
- впровадження в діяльність банків безперервного моніторингу активних і пасивних операцій, доходів і витрат та використання результатів моніторингу в оперативному управлінні;
- впровадження у діяльність банку методу трансфертного ціноутворення і контролю на його основі ефективності роботи підрозділів банківського менеджменту.

Рівняння (1.12) і (1.13) дають змогу визначати і контролювати рівень дохідності комерційного банку. Більш вагому оцінку ефективності роботи банку можна отримувати, застосовуючи як критерій чистий прибуток. Для цього в рівнянні визначення чистого прибутку потрібно від рівня доходів відняти витрати банку. Основні статті витрат припадають на процентні та небанківські операційні витрати (основна і додаткова заробітна плата та інші витрати).

Процентні витрати ПВ можна подати у вигляді суми [9, 14, 15]:

$$P_{\text{ПВ}} = \sum P_{\text{ПВ}}^i \cdot P_{\text{ВЗ}}^i, \quad (i = \overline{1, Q}), \quad (1.14)$$

де  $P_{\text{ПВ}}^i$  – процентна ставка пасиву;

$P_{\text{ВЗ}}^i$  – обсяг  $i$ -ї пасивної операції;

$Q$  – загальна кількість пасивних операцій. Решту витрат позначимо через  $P_B$ .

З урахуванням формул (1.12), (1.13) і (1.14) можна скласти основне рівняння визначення прибутковості комерційного банку [14, 15]:

$$\begin{aligned} P_{\Pi} &= P - P_{\text{ПВ}} - P_B = \\ &= \sum_{i=1}^M f_i(t_k, r_k) P_{\text{ік}} \prod_{j=1}^N C_{\text{ком}} P_{\text{іОБ}} + P_I - \sum_{i=1}^Q P_{\text{ПВ}}^i P_{\text{ВЗ}}^i - P_B \rightarrow \max \end{aligned} \quad (1.15)$$

при

$$\sum_{i=1}^M P_{\text{ік}} \leq P_{\text{ПА}} ; \quad \sum_{i=1}^N P_{\text{іОБ}} \leq P_{\text{ОБ}} \quad \sum_{i=1}^Q P_{\text{ПВ}}^i \leq P_3 , \quad (1.16)$$

де  $P_{\text{ПВ}}^i$  – вартість обслуговування  $i$ -го боргу;

$P_{\text{ВЗ}}^i$  – вартість обслуговування  $i$ -го кредиту;

$P_3$  – загальна сума зобов'язань.

Значення  $P_{\Pi}$  має бути максимізовано при обмеженнях (1.16) за рахунок направлення всіх зусиль на вдосконалення менеджменту і всіх видів діяльності комерційного банку.

### 1.3 Алгоритми оптимального розподілу банківських ресурсів між об'єктами інвестування

Розподіл – це зв'язуюча ланка між виробництвом та споживанням. У процесі розподілу органи державного управління розподіляють виробничі, фінансові й трудові ресурси між галузями промисловості та регіонами. Такий же розподіл використовується при формуванні бюджету держави. Аналогічним чином провадиться розподіл і на нижчих рівнях.

Економіка країни є основним об'єктом державного управління. На даний час економіка України потребує кардинального реформування, трансформації та адаптації до ринкових умов. Реформування підприємств є центральним та обов'язковим елементом загальної економічної реформи в країні. Якщо підприємства не стануть ефективними та рентабельними, то навіть ретельно розроблена та активно впроваджувана макроекономічна реформа не приведе до успішної трансформації економіки [9-11]. Практичний досвід демонструє, що невдачі з проведенням реформування підприємств можуть поставити під загрозу загальну трансформацію економіки. Тому вся економіка в цілому, галузі виробництва та підприємства зокрема, повинні бути реструктуризовані.

Реструктуризація підприємств є невід'ємною частиною ринкової економіки і передбачає комплекс заходів, спрямованих на адаптацію компанії до нових умов. Цей процес включає в себе глибокі трансформації в організаційно-правовій формі, технологіях виробництва та системі управління підприємством.

При проведенні реструктуризації виникає необхідність модернізації чи заміни обладнання, технологій, створення нових комерційних підрозділів, вдосконалення трудових ресурсів. Для виконання цих заходів звичайно виникає необхідність в інвестиціях, які можуть фінансуватися з різних джерел, таких, як кредити або залучення інвесторів.

Здебільшого перелік заходів, що потребують інвестицій, у плані реструктуризації виходить досить довгим, а залучення сторонніх інвестицій є справою непростю. Тому, звичайно, обсяг коштів, що залукаються, є обмеженим і не дозволяє відразу чи у повному розмірі задовольнити всі потреби підприємства. Найчастіше, всі заходи, що потребують інвестицій, об'єднуються спеціально розробленим планом залучення інвестицій. При надходженні інвестиційних ресурсів їх необхідно використовувати за цільовим призначенням, відповідно до відображених у плані заходів.

Існуючі алгоритми розподілу обмежених ресурсів [9-11] відрізняються досить складною реалізацією, що обмежує кількість варіантів при аналізі.

Більш простим способом є розподіл наявних ресурсів для інвестування ( $R$ ) порівну на всі заходи плану («зрівнялівка»), але важко охікувати від реалізації такого способу оптимальних результатів, адже заходи розрізняються між собою за важливістю, масштабністю, впливом на прибутковість підприємства. Ці відмінності найбільш природно зобразити за допомогою вагових коефіцієнтів  $N_j, j = 1, 2, \dots, M$ , де  $M$  – загальна кількість заходів, що інвестуються.

Визначення значень  $N_j$  може бути зроблено або експертним шляхом, або за допомогою моделювання. Другий спосіб вимагає побудови моделі, яка детально описує процес функціонування підприємства у його взаємодії із зовнішнім середовищем з урахуванням його розвитку (впровадження заходів, що інвестуються). Така модель винятково складна і, швидше за все, недосяжна для використання, крім того, в ній повинні бути враховані суб'єктивні фактори, зокрема вплив на функціонування підприємства управлінських рішень з боку його керівництва та з боку вищої організації. Тому реальним та доступним способом визначення  $N_j$  є експертний, тим пахе, що експертів не потрібно залучати ззовні ними можуть бути вищі керівники підприємства, керівники та головні спеціалісти функціональних служб підприємства.

Тому будемо вважати, що на підприємстві відповідно до плану реструктуризації передбачено  $M$  заходів, що інвестуються, кожному з яких присвоєна вага  $N_j (j = 1, 2, \dots, M)$  та для інвестування маємо ресурс  $R$ .

Наведемо формальну постановку задачі. Маємо ресурс  $R$ , який розподіляється по  $M$  об'єктах, кожному об'єкту присвоюється вага  $N_j (j = 1, 2, \dots, M)$ . Кожному об'єкту виділяється ресурс  $x_j$  причому

$$\sum_{j=1}^M x_j = R. \quad (1.17)$$

Будь-яка одиниця ресурсу споживається з вірогідністю  $q$ , причому в загальному випадку  $q = q(t)$ . Треба розподілити ресурс  $R$  таким чином,

щоби максимізувати інтегральне значення функції  $F(N_1, N_2, \dots, N_M)$ , яка визначається співвідношенням [9-11, 14, 15]:

$$F = \sum_{j=1}^M N_j p_j, \quad (1.18)$$

де  $p_j$  – вірогідність отримання  $j$ -м об'єктом хоча б однієї одиниці ресурсу.

Необхідно так розподілити ресурс  $R$ , щоб максимізувати функцію  $F$  при обмеженні (1.17), тобто знайти  $\max F$  при

$$\sum_{j=1}^M x_j = R.$$

Визначимо значення  $p_j$ . Вірогідність відсутності ресурсу для  $j$ -го об'єкта дорівнює  $\overline{p_j}$ , причому

$$\overline{p_j} = q^{x_j},$$

звідки

$$p_j = 1 - \overline{p_j} = 1 - q^{x_j}.$$

Підставимо значення  $p_j$  у співвідношення (1.18) та отримаємо:

$$F = \sum_{j=1}^M N_j (1 - q^{x_j})$$

Звідки

$$\max F = \max \sum_{j=1}^M N_j (1 - q^{x_j}) = \max \left[ \sum_{j=1}^M N_j - \sum_{j=1}^M N_j q^{x_j} \right]$$

Оскільки  $N_j, x_j, q \geq 0$ , то

$$\max F = N - \min \sum_{j=1}^M N_j q^{x_j},$$

де  $N = \sum_{j=1}^M N$  та від  $x_j$  не залежить.

Тому задача максимізації  $F$  зводиться до задачі знаходження

$$\min \sum N_j q^{x_j} \quad \text{при} \quad \sum_{j=1}^M x_j = R. \quad (1.19)$$

Для розв'язання задачі (1.19) використаємо метод функціональних рівнянь динамічного програмування [14, 15] та позначимо:

$$G_j(x_1, x_2, \dots, x_j) = \sum_{i=1}^M N_i q^{x_i}; j = 1, 2, \dots, M,$$

де  $Q_j$  – мінімум функції, отриманої в результаті  $j$ -ступеневого процесу при виборі на кожному  $j$ -му ступені такого ресурсу  $x_j$ , щоб забезпечити мінімум функції  $G_j$ .

Для даного випадку справедлива система таких рівнянь [14, 15]:

$$\left. \begin{aligned} g_1(R) &= N_1 q \\ g_1(R) &= \min \left[ N_2 q^{x_2} + g_1(R - x_2) \right] \\ &\dots\dots\dots \\ g_1(R) &= \min \left[ N_j q^{x_j} + g_{j-1}(R - x_j) \right] \end{aligned} \right\} \quad (1.20)$$

У системі рівнянь (1.20):

$$g_1(R) = \min G_j(x_1, x_2, \dots, x_j); \quad j = 1, 2, \dots, M.$$

Після визначення послідовності функції  $g_j$  при заданому значенні  $R$  у зворотному порядку визначаємо [14, 15]:

$$\begin{aligned}
 & x_M(K); \\
 & x_{M-1}(R - x_M); \\
 & \dots\dots\dots \\
 & x_j \left( R - \sum_{i=j+1}^M x_i \right); \\
 & \dots\dots\dots \\
 & x_1 \left( R - \sum_{i=2}^M x_i \right).
 \end{aligned}$$

Визначимо послідовно вираження функцій  $g_j$  [14, 15]:

$$\begin{aligned}
 g_1(R) &= N_1 q^{x_1}, 0 \leq x_1 \leq R. \\
 g_2(R) &= N_2 q^{x_2} + N_1 q^{x_1} = N_2 q^{x_2} + N_1 q^{R-x_2}.
 \end{aligned}$$

Звичайними методами визначаємо екстремальне значення  $x_2$ , для чого знаходимо [14, 15]:

$$\frac{\partial g_2}{\partial x_2} = N_2 q^{x_2} \ln q - N_1 q^{R-x_2} \ln q = 0. \quad (1.21)$$

Обчислюємо другу похідну:

$$\frac{\partial^2 g_2}{\partial x_2^2} = \ln^2 q [N_2 q^{x_2} - N_1 q^{R-x_2}] > 0.$$

Знак другої похідної вказує на наявність мінімуму  $g_1$  по  $x_2$  [14, 15]:

$$\frac{\partial g_2}{\partial x_2} = N_2 q^{x_2} \ln q - N_1 q^{R-x_2} \ln q = 0.$$

Логарифмуючи значення (1.21) та виконуючи перетворення, знаходимо вираз для  $x_2$ , що оптимізує  $g_2$  [14, 15]:

$$q^{2x_2} = \frac{N_1}{N_2} q^R ;$$

$$x_2 = \frac{1}{2} \left( \text{Ilog}_q \frac{N_1}{N_2} + R \right) 2x_2 = \frac{1}{2} \left( \text{Ilog}_q \frac{N_1}{N_2} \right) + R.$$

Підставляючи значення  $x_2$  у другий вираз системи (1.20), знаходимо вираз для  $g_2$  [14, 15]:

$$\begin{aligned} g_2(R) &= N_2 q^{\frac{1}{2} \left( R + \text{Ilog}_q \frac{N_1}{N_2} \right)} + N_1 q^{R \frac{1}{2} \left( R + \text{Ilog}_q \frac{N_1}{N_2} \right)} = \\ &= N_2 q^{\frac{1}{2} R} q^{\text{Ilog}_q \sqrt{\frac{N_1}{N_2}}} + N_1 q^{\frac{1}{2} R} q^{\text{Ilog}_q \sqrt{\frac{N_1}{N_2}}} = \\ &= q^{\frac{1}{2} R} \left( N_2 \sqrt{\frac{N_1}{N_2}} + N_1 \sqrt{\frac{N_2}{N_1}} \right) = 2q^{\frac{R}{2}} \sqrt{N_1 N_2}. \end{aligned} \quad (1.22)$$

Вираз для  $g_2$  (К) системи (1.20) після підстановки в нього значення  $g_2(R)$  матиме вигляд [14, 15]:

$$g_3 = \min \left[ N_3 q^{x_3} + 2q^{\frac{1}{2}(R-x_3)} \sqrt{N_1 N_2} \right]. \quad (1.23)$$

Звихайними методами, як і вище, можна знайти екстремальне значення  $x_3$  [14, 15]:

$$\begin{aligned}
& N_3 q^{x_3} \operatorname{Inq} + 2\sqrt{N_1 N_2} \cdot q^{\frac{1}{2}(R-x_3)} \cdot \operatorname{Inq} \left( -\frac{1}{2} \right) = 0; \\
& N_3 q^{\frac{3}{2}x_3} - \sqrt{N_1 N_2} \cdot q^{\frac{1}{2}R} = 0; \quad q^{\frac{3}{2}x_3} = \frac{\sqrt{N_1 N_2}}{N_3} \cdot q^{\frac{1}{2}R}; \\
& \frac{3}{2}x_3 = \operatorname{Iog}_q \sqrt{N_1 N_2} + \frac{1}{3}R - \frac{2}{3}\operatorname{Iog}_q N_3; \\
& x_3 = \frac{2}{3}\operatorname{Iog}_q \sqrt{N_1 N_2} + \frac{1}{3}R - \frac{2}{3}\operatorname{Iog}_q N_3; \quad x_3 = \frac{2}{3}\operatorname{Iog}_q \frac{\sqrt{N_1 N_2}}{N_3} + \frac{1}{3}R.
\end{aligned}$$

Підставляючи  $X_3$  в (1.23), знаходимо  $g_3$  [14, 15]:

$$\begin{aligned}
g_3(R) &= N_3 q^{\left( \frac{2}{3}\operatorname{Iog}_q \frac{\sqrt{N_1 N_2}}{N_3} \right)} + 2\sqrt{N_1 N_2} q^{\frac{1}{2}\left( R - \frac{2}{3}\operatorname{Iog}_q \frac{\sqrt{N_1 N_2}}{N_3} - \frac{1}{3}R \right)} = \\
&= N_3 q^{\left[ \operatorname{Iog}_q \left( \frac{\sqrt{N_1 N_2}}{N_3} \right)^{2/3} + \frac{1}{3}R \right]} + 2\sqrt{N_1 N_2} q^{\frac{1}{3}R - \operatorname{Iog}_q \left( \frac{\sqrt{N_1 N_2}}{N_3} \right)^{1/3}} = \\
&= N_3 \left( \frac{\sqrt{N_1 N_2}}{N_3} \right)^{2/3} q^{\frac{1}{3}R} + 2\sqrt{N_1 N_2} q^{\frac{1}{3}R} \left( \frac{\sqrt{N_1 N_2}}{N_3} \right)^{1/3} = \\
&= N_3 \frac{\sqrt[3]{N_1 N_2}}{\sqrt[3]{N_3^2}} q^{\frac{1}{3}R} + 2\sqrt{N_1 N_2} q^{\frac{1}{3}R} \left( \frac{\sqrt[3]{N_3}}{\sqrt[3]{N_1 N_2}} \right) = \\
&= \sqrt[3]{N_1 N_2 N_3} q^{\frac{1}{3}R} + 2\sqrt[3]{N_1 N_2 N_3} q^{\frac{1}{3}R} = 3q^{\frac{1}{3}R} \sqrt[3]{N_1 N_2 N_3}.
\end{aligned}$$

Аналогічним шляхом визначаємо  $x_j$ , та  $g_j(R)$  [14, 15]:

$$\begin{cases} x_j(R) \frac{R}{j} + \frac{1}{j} \operatorname{Iog}_q \frac{\prod_{i=1}^j N_i}{N_j^j} = \frac{1}{j} (R + \operatorname{Iog}_q) \frac{\prod_{i=1}^j N_i}{N_j^j} \\ g_j(R) = j q^{\frac{R}{j}} \left( \prod_{i=1}^j N_i \right)^{\frac{1}{j}} \end{cases} \quad (1.24)$$

З метою економії часу на обрахунки доцільно номерацію розмістити таким чином, щоб значення  $N_j$  зменшувались (не зростали). При цьому, якщо на  $j$ -му кроці буде отримане нульове рішення, то воно буде нульовим для  $j, j+1, \dots, M$ .

При побудові функціональних рівнянь  $g_j$  та рішень  $x_j$  при використанні методу динамічного програмування не часто вдається отримати їх аналітичне описання, тому доводиться задовольнятися числовими методами. В даному випадку рішення отримано в аналітичному вигляді, що значно спрощує розрахунки та робить конструктивним використання алгоритму розподілу (1.24).

Визначення важливості  $N_j$  виконується, як правило, експертним методом, при цьому враховується [14, 15]:

- прибуток, що очікується від вкладень інвестицій в об'єкт та розподілу його в часі;
- шкала важливостей об'єктів для визначення загальної ефективності роботи підприємства.

З метою ілюстрації запропонованого алгоритму розподілу можна задати параметричну залежність  $q = \varphi(t)$ .

Нижче розглянуто варіанти знахень параметрів, що входять у формулу (1.24), які представлені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Значення параметрів  $q$

Параметр Q	Значення параметрів				
	0,5	0,6	0,7	0,8	
Ваги	$N_1=10$	$N_2=4$	$N_3=3$	$N_2=2$	$N_1=1$
заходів	$N_1=5$	$N_2=4$	$N_3=3$	$N_2=2$	$N_1=1$

Джерело: [14, 15]

У розрахунках також прийнято  $R=3000$ ;  $M=5$ .

На рис. 1.3 наведені результати побудови залежностей за прийнятих в таблиці значеннях параметрів.

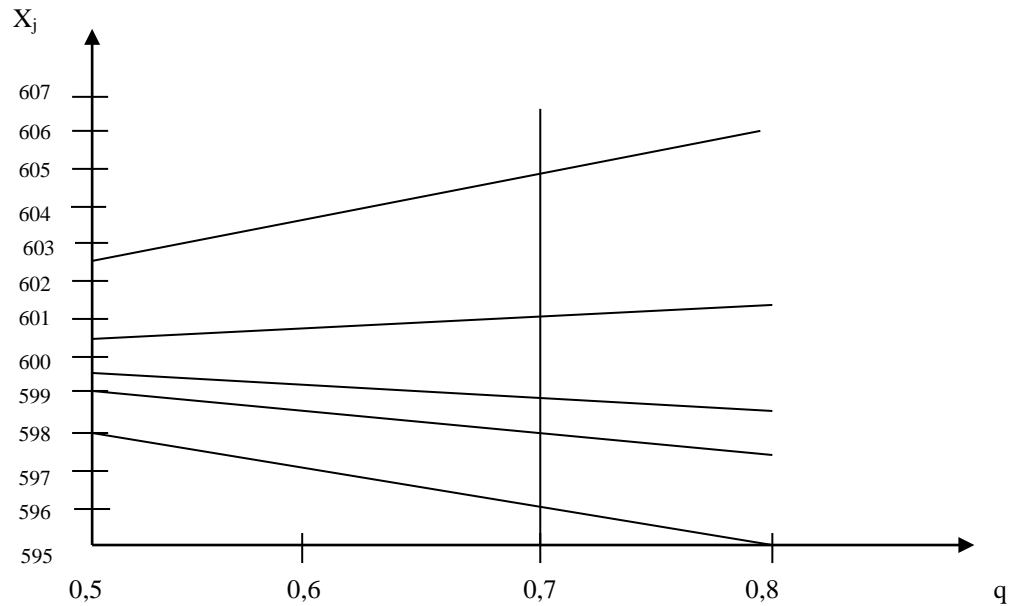


Рисунок 1.3 – Варіант розподілу банківських інвестиційних ресурсів  
*Джерело: [14, 15]*

Аналізуючи графік та формули (1.24), можна дійти таких висновків:

- визначальне значення при розподілі інвестицій має загальний ресурс, що виділяється для інвестування;
- на розподіл інвестицій значний вплив мають великі розбіжності вагових коефіцієнтів для різних заходів;
- звичайно алгоритми базуються на підставі використання методу динамічного програмування та реалізуються тільки числовими методами, які можуть бути громіздкими.

Запропонований алгоритм реалізований аналітичним шляхом, що робить його застосування простим та дозволяє розглядати більшу кількість варіантів.

## **2 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ВИКОРИСТАННЯ ФІНАНСОВИХ РЕСУРСІВ АТ КБ «ПРИВАТБАНК»**

### **2.1 Загальна характеристика банку**

Повна офіційна назва установи – Акціонерне товариство комерційний банк «ПриватБанк» (скорочено – АТ КБ «ПриватБанк»).

Основна спеціалізація банку полягає у здійсненні операцій, притаманних комерційним банківським установам, зокрема у наданні фінансових послуг фізичним особам на території України. Діяльність банку регламентується ліцензією, виданою Національним банком України, починаючи з березня 1992 року.

Крім банківських операцій, установа бере участь у функціонуванні фондового ринку, виконуючи операції з торгівлі цінними паперами, а також здійснюючи депозитарну діяльність на підставі відповідних ліцензій, виданих Національною комісією з цінних паперів та фондового ринку.

Єдиним власником 100% акцій банку виступає держава в особі Кабінету Міністрів України [Джерело: <https://privatbank.ua/about/management/corp>].

Держава здійснює функції власника Банку шляхом реалізації прав акціонера, тоді як система корпоративного управління Банку побудована з урахуванням провідних міжнародних стандартів і рекомендацій.

Зокрема, управлінські механізми установи відповідають положенням Принципів корпоративного управління для державних підприємств, розроблених Організацією економічного співробітництва та розвитку (OECD Guidelines on Corporate Governance of State-Owned Enterprises); Принципам корпоративного управління для банків, визначеним Базельським комітетом з банківського нагляду (Corporate Governance Principles for Banks by Basel Committee on Banking Supervision); а також Рекомендаціям щодо

внутрішнього управління, ухваленим Європейською банківською організацією (Guidelines on Internal Governance by European Banking Authority).

Зазначені принципи впроваджуються у межах, що узгоджуються з імперативними положеннями чинного законодавства України [Джерело: <https://privatbank.ua/about/management/corp>].

Обсяг статутного капіталу Банку визначено у розмірі 206059743960,00 гривень. Цей капітал структуровано у формі 735927657 простих іменних акцій, кожна з яких має встановлену номінальну вартість 280 гривень [Джерело: <https://privatbank.ua/about/management/corp>].

Функціональний поділ повноважень між управлінськими органами Банку сприяє формуванню ефективної моделі корпоративного управління та належної системи внутрішнього контролю.

До структури органів управління входять:

– акціонер (Вищий орган), який виконує ключову роль у забезпеченні реалізації корпоративних прав, а також у захисті законних інтересів держави як єдиного власника акцій;

– Наглядова рада, що здійснює стратегічне управління діяльністю Банку, контролює діяльність виконавчого органу – Правління, а також відповідає за захист прав акціонера. Ефективне функціонування Наглядової ради передбачає наявність системи підзвітності перед Вищим органом;

– Правління, яке відповідає за оперативне управління поточною діяльністю Банку та перебуває у підзвітності Наглядовій раді [Джерело: <https://privatbank.ua/about/management/corp>].

Організаційна структура банку наведена на рис. 2.1.

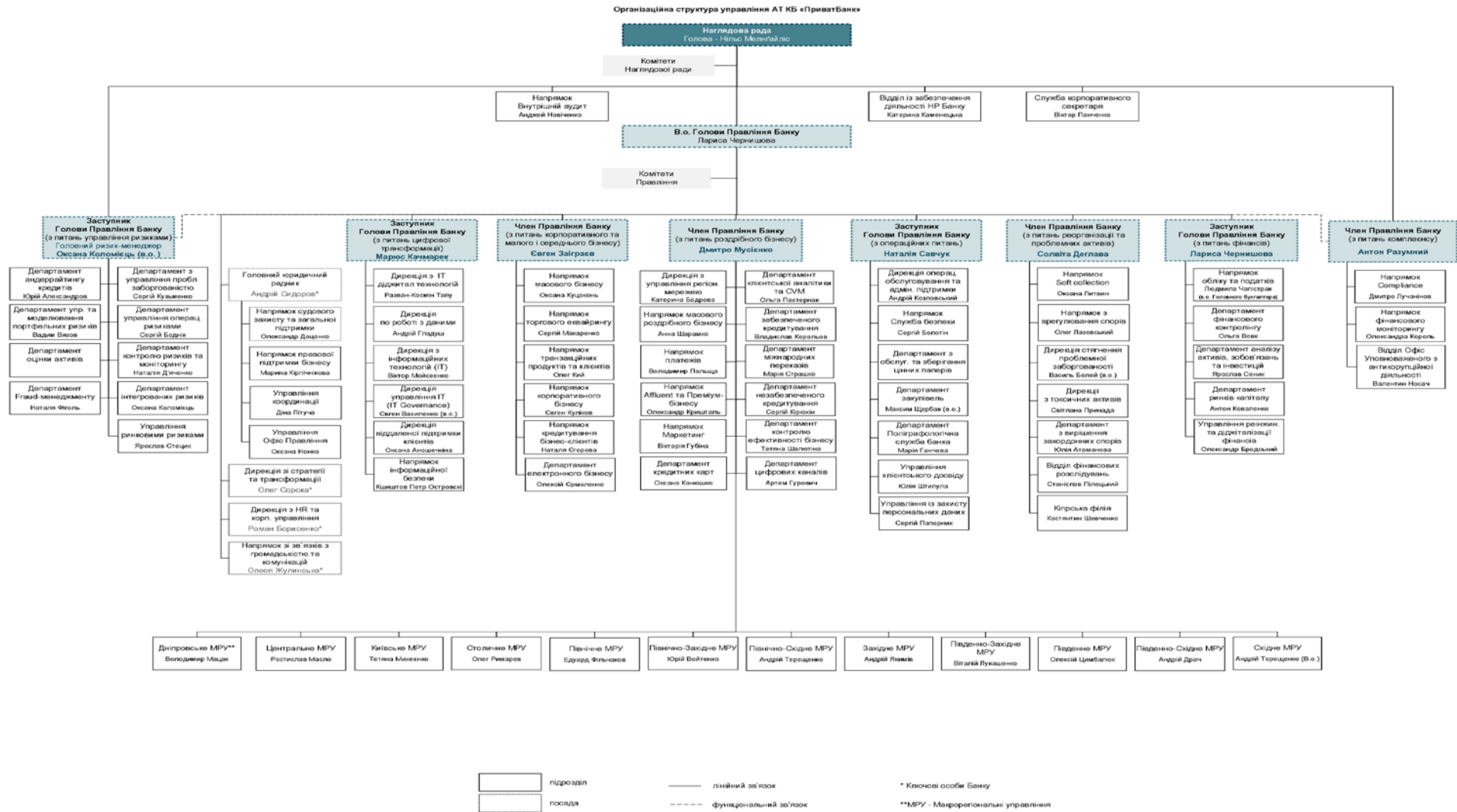


Рисунок 2.1 – Організаційна структура АТ КБ «ПриватБанк»

Джерело: [ <https://privatbank.ua/about/management/corp> ]

## 2.2 Аналіз результатів фінансово-господарської діяльності банку

Формування фінансової звітності Банку здійснюється відповідно до положень Міжнародних стандартів фінансової звітності (МСФЗ) та згідно з вимогами чинного регуляторного нормативно-правового поля, встановленого Національним банком України.

Цільовим призначенням підготовки такої звітності є забезпечення користувачів – включно з інвесторами, державними органами, кредиторами та іншими зацікавленими сторонами – об'єктивною, повною та неупередженою інформацією щодо фінансового стану Банку. Це охоплює дані про структуру активів і зобов'язань, обсяг власного капіталу, результати фінансово-господарської діяльності (доходи, витрати, прибутки і збитки), а також про рух грошових коштів, що є підґрунтям для ухвалення економічно обґрунтованих рішень [Джерело: <https://privatbank.ua/about/finansovaja-otchetnost>].

Для проведення аналізу результатів фінансово-господарської діяльності АТ КБ «ПриватБанк» використано балансові звіти за 2020-2023 роки. Результати зведено у консолідовану таблицю 2.1.

За результатами наведених даних здійснено аналітичний огляд показників.

Протягом 2020–2023 років спостерігається сталий приріст обсягу грошових коштів і їх еквівалентів, що свідчить про високий рівень ліквідності банку. Найсуттєвіше зростання відбулося у 2023 році (на 24,7% порівняно з 2022), що є наслідком обережної політики управління грошовими потоками в умовах нестабільного макроекономічного середовища.

Таблиця 2.1 – Основні показники фінансової діяльності АТ КБ «ПриватБанк» за 2020–2023 роки, млн грн

Показник	2020	2021	2022	2023
Грошові кошти та їх еквіваленти	62 630	80 954	90 651	115 145
Кредити та аванси банкам	19 540	35 926	42 290	47 916
Кредити та аванси клієнтам	49 136	45 934	33 122	35 226
Інвестиції в цінні папери	201 783	223 188	289 756	309 226
Інвестиційна нерухомість	57	56	56	57
Основні засоби	6 284	6 120	5 914	5 998
Загальна сума активів	568 167	620 580	767 268	829 637
Кошти клієнтів	456 054	501 994	626 857	687 342
Статутний капітал	206 060	206 060	206 060	206 060
Процентні доходи	25 623	27 948	35 348	41 733
Процентні витрати	1 829	1 588	3 443	6 675
Прибуток (збиток)	25 290	35 050	-17 488	47 308

*Джерело: сформовано автором за даними [https://privatbank.ua/about/finansovaja-otchetnost]*

Показник «Кредити та аванси банкам» демонструє динамічне зростання (з 19,5 млрд грн у 2020 до 47,9 млрд грн у 2023), що вказує на розширення міжбанківських операцій ПриватБанку. Така тенденція пов'язана з диверсифікацією активів в умовах підвищених кредитних ризиків клієнтського портфеля.

Обсяг кредитування клієнтів має негативну динаміку до 2022 року, що пов'язано з впливом пандемії COVID-19 та війни в Україні. Проте у 2023 році спостерігається ознаки відновлення, зокрема зростання на 6,4%, що свідчить про поступову активізацію кредитної діяльності банку в післякризовий період.

Щодо показника «Інвестиції в цінні папери», то можна сказати, що його збільшення з 201,8 млрд грн (2020 рік) до 309,2 млрд грн (2023 рік) демонструє переорієнтацію банку на менш ризикові інструменти, зокрема державні боргові зобов'язання. У 2022–2023 роках темпи приросту сповільнилися, що відповідає стабілізації портфеля.

Обсяг інвестиційної нерухомості залишається практично незмінним на рівні 56–57 млн грн, що свідчить про консервативну політику банку у сфері управління нерухомістю.

Скорочення вартості основних засобів у 2021–2022 роках зумовлено частковою втратою активів через війну. Незначне зростання в 2023 році до 5,998 млрд грн вказує на відновлення окремих об'єктів.

Протягом чотирьох років загальний обсяг активів збільшився на 46% (з 568 до 830 млрд грн), що свідчить про стабільну експансію банку, навіть попри кризові явища. Найбільше зростання спостерігалось в 2022 році (на 146,7 млрд грн), що обумовлено перерозподілом структури активів під час війни.

Показник «Кошти клієнтів» демонструє позитивну динаміку, що свідчить про високий рівень довіри клієнтів до банку. У 2023 році депозити досягли 687,3 млрд грн (більше на 60% порівняно з 2020 роком). Таке зростання особливо важливе в умовах нестабільного економічного середовища.

Статутний капітал протягом усього аналізованого періоду залишається незмінним – 206,06 млрд грн. Це свідчить про відсутність докапіталізації чи зменшення статутного капіталу, що говорить про достатній рівень власного капіталу для покриття ризиків.

Показник «Процентні доходи» зростає щороку, особливо в 2023 році (на 18% до попереднього року), що відображає зростання ефективності активних операцій та загальне зростання процентних ставок.

Незважаючи на зростання залучених коштів, процентні витрати залишались відносно низькими до 2022 року. У 2023 році витрати зросли майже вдвічі, що пов'язано з підвищенням вартості ресурсів в умовах інфляції.

У 2022 році банк зазнав збитку в розмірі 17,5 млрд грн через вплив війни. Але у 2023 році прибуток склав 47,3 млрд грн, що свідчить про ефективне управління ризиками та адаптацію до нових економічних умов.

Абсолютне та відносне відхилення полказнкіів діяльності банку наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Абсолютне та відносне відхилення показників діяльності АТ КБ «ПриватБанк» за 2020–2023 роки

Показник	Абс.відхил. 2021/2020, млн грн	Абс.відхил. 2022/2021, млн грн	Абс.відхил. 2023/2022, млн грн	Відн.відхил. 2021/2020, %	Відн.відхил. 2022/2021, %	Відн.відхил. 2023/2022, %
Грошові кошти та їх еквіваленти	18 324	9 697	24 494	29,26	11,98	27,02
Кредити та аванси банкам	16 386	6 364	5 626	83,86	17,71	13,30
Кредити та аванси клієнтам	-3 202	-12 812	2 104	-6,52	-27,89	6,35
Інвестиції в цінні папери	21 405	66 568	19 470	10,61	29,83	6,72
Інвестиційна нерухомість	-1	0	1	-1,75	0,00	1,79
Основні засоби	-164	-206	84	-2,61	-3,37	1,42
Загальна сума активів	52 413	146 688	62 369	9,22	23,64	8,13
Кошти клієнтів	45 940	124 863	60 485	10,07	24,87	9,65
Статутний капітал	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Процентні доходи	2 325	7 400	6 385	9,07	26,48	18,06
Процентні витрати	241	-1 855	-3 232	-13,18	116,81	93,87
Прибуток (збиток)	9 760	-52 538	64 796	38,59	-149,89	-370,52

*Джерело: розраховано автором за даними таблиці 2.1*

Аналіз динаміки основних фінансових показників АТ КБ «ПриватБанк» за 2020–2023 роки дозволив зробити такі спостереження.

Протягом досліджуваного періоду спостерігається позитивна динаміка грошових коштів і їх еквівалентів (рис. 2.2). Збільшення цього показника з 62 630 млн грн у 2020 році до 115 145 млн грн у 2023 році зумовлено зростанням ліквідності банку та його здатністю акумулювати короткострокові активи. Найвищий темп приросту спостерігається у 2021 році (29,26%), що свідчить про активізацію готівкових та безготівкових операцій. У 2023 році приріст склав 27,02%, що, зумовлено підвищеним попитом клієнтів на безпечні активи в умовах воєнного стану.

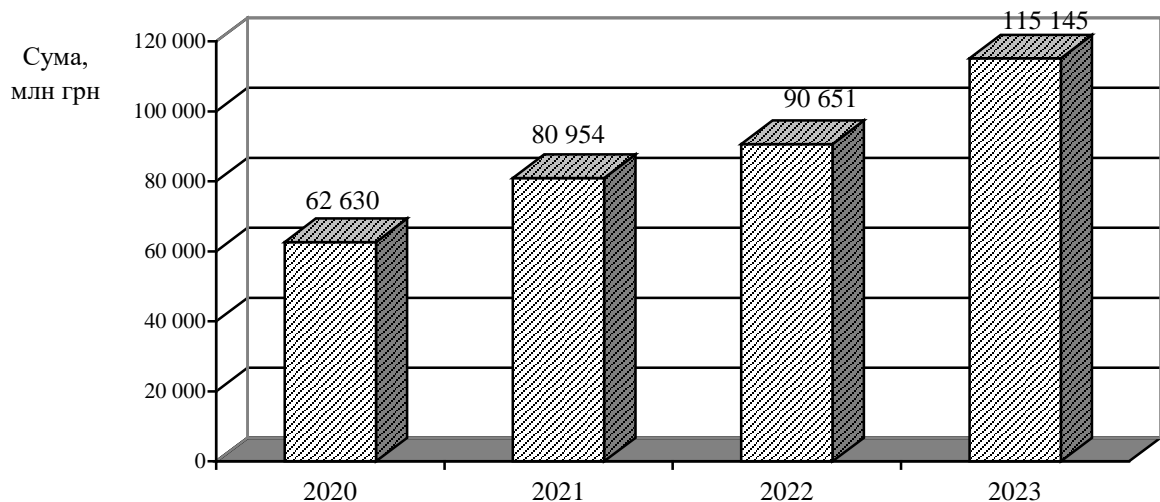


Рисунок 2.2 – Динаміка грошових коштів АТ КБ «ПриватБанк»

Джерело: побудовано автором за даними [<https://privatbank.ua/about/finansovaja-otchetnost>]

Показник «Кредити та аванси банкам» характеризується зростанням протягом усього періоду. Його абсолютне значення зросло у 2,5 рази – з 19 540 млн грн у 2020 році до 47 916 млн грн у 2023 році. Найбільш високий приріст припадає на 2021 рік (83,86%), що свідчить про посилення

міжбанківських операцій, зокрема з Національним банком України, як механізму збереження ліквідності. У наступні роки темпи зростання знижувались, але залишались позитивними.

Показник «Кредити та аванси клієнтам» має негативну тенденцію у 2020–2022 роках (рис. 2.3). Так, обсяг кредитного портфеля зменшився на 32,6% (з 49 136 млн грн до 33 122 млн грн). Така динаміка пояснюється зростанням ризику неплатоспроможності клієнтів в умовах економічної невизначеності та повномасштабної війни. У 2023 році показник збільшився на 6,35%, що свідчить про поступову стабілізацію кредитного ринку й відновлення банківського кредитування.

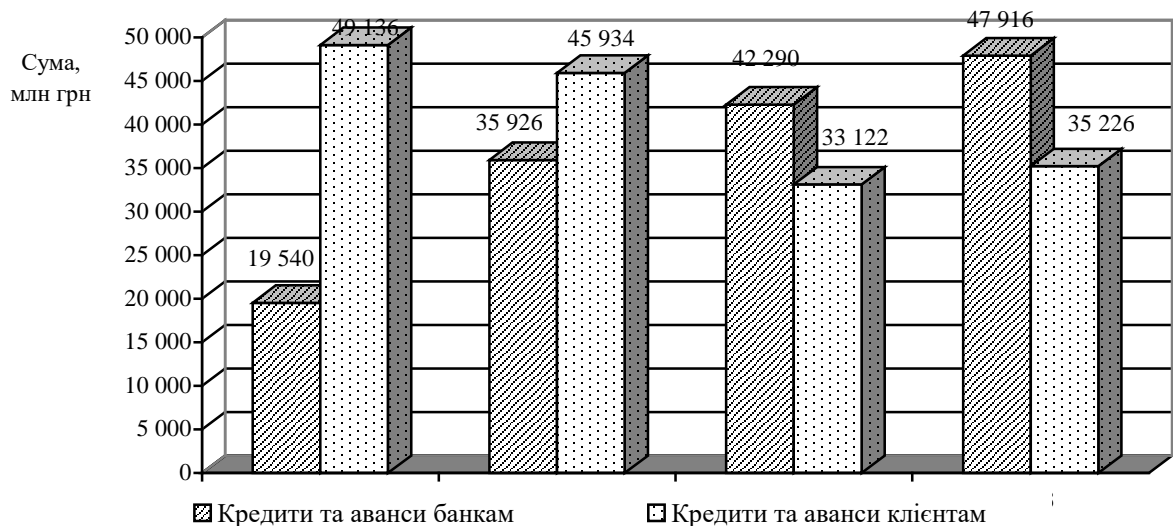


Рисунок 2.3 – Динаміка кредитів банкам та клієнтам АТ КБ «ПриватБанк»

Джерело: побудовано автором за даними [https://privatbank.ua/about/finansovaja-otchetnost]

Обсяг інвестицій у цінні папери стабільно зростав, та склав у 2023 році 309 226 млн грн (рис. 2.4). Найбільше зростання відбулося у 2022 році (на 66 568 млн грн, або 29,83%), що свідчить про перерозподіл активів банку на користь менш ризикових інструментів, зокрема ОВДП. Така стратегія є

типовою для періодів економічної нестабільності та підтверджує прагнення банку знизити кредитний ризик.

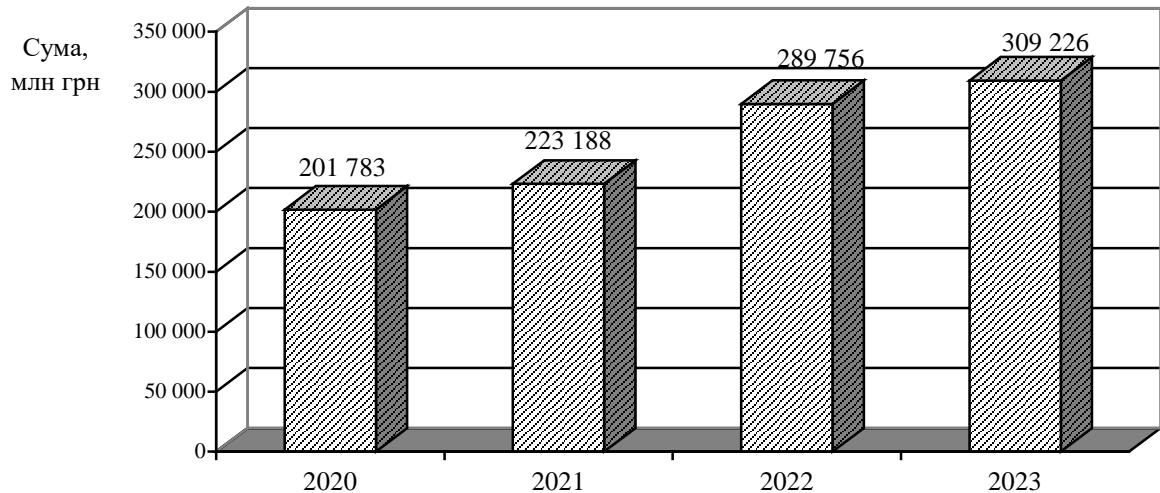


Рисунок 2.4 – Динаміка інвестицій в цінні папери АТ КБ «ПриватБанк»

*Джерело: побудовано автором за даними [https://privatbank.ua/about/finansovaja-otchetnost]*

Інвестиційна нерухомість банку залишається практично незмінною протягом досліджуваного періоду (на рівні 56–57 млн грн). Незначні коливання свідчать про стабільну політику банку щодо нерухомих активів та відсутність нових інвестицій у цей вид активів.

Вартість основних засобів банку в 2021–2022 роках знизилася, і в 2023 році зросла на 1,42% (рис. 2.5). Така динаміка пов'язана з вибуттям та переоцінкою частини активів унаслідок війни, а також із консервативним підходом до оновлення матеріально-технічної бази.

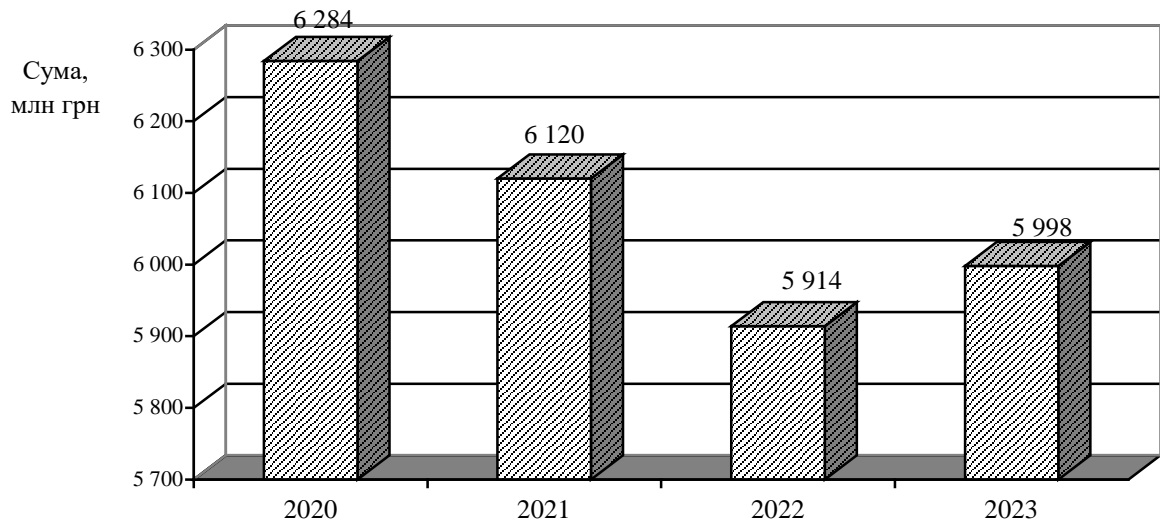


Рисунок 2.5 – Динаміка основних засобів АТ КБ «ПриватБанк»

*Джерело: побудовано автором за даними [https://privatbank.ua/about/finansovaja-otchetnost]*

Протягом 2020–2023 років загальний обсяг активів банку збільшився на 46% (з 568 167 млн грн до 829 637 млн грн). Найбільше зростання спостерігається у 2022 році – на 146 688 млн грн (або 23,64%), що зумовлено розиренням інвестиційного портфеля та залученням коштів клієнтів (рис. 2.6). У 2023 році активи зросли ще на 8,13%, що свідчить про збереження тенденції до нарощування масштабів діяльності банку навіть в умовах війни.

На рис. 2.7 наведено динаміку коштів клієнтів АТ КБ «ПриватБанк» за 2020-2023 роки. Цей показник має тенденцію до зростання, що свідчить про високий рівень довіри клієнтів до банку. У 2023 році кошти клієнтів сягнули 687 342 млн грн, що на 51% більше порівняно з 2020 роком. Найбільше зростання спостерігалось у 2022 році (на 24,87%), що є наслідком перетоку коштів до державних банків на тлі посилення ризиків у банківській системі.

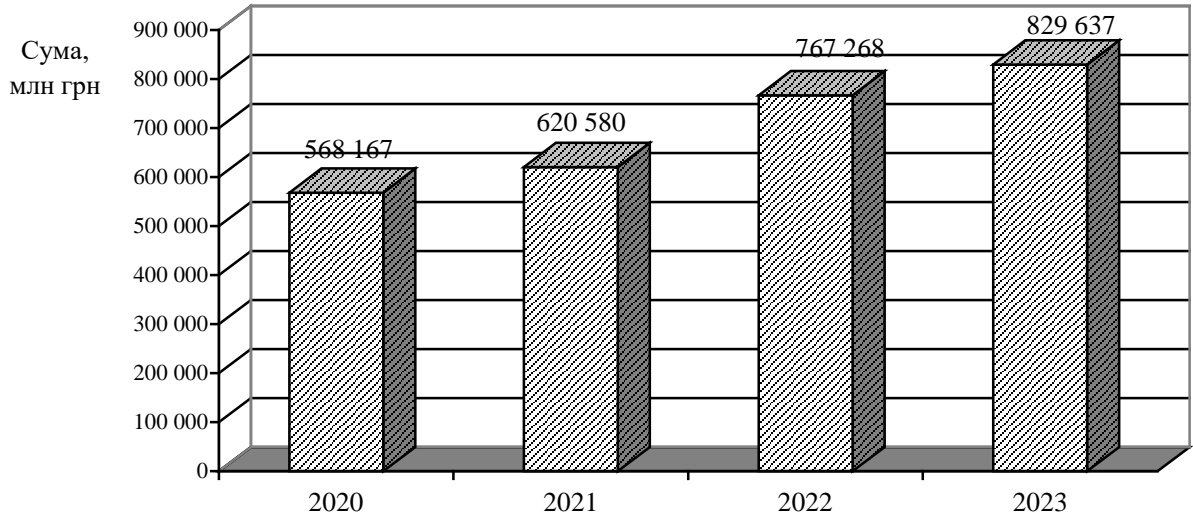


Рисунок 2.6 – Динаміка загальної суми активів АТ КБ «ПриватБанк»

Джерело: побудовано автором за даними  
 [<https://privatbank.ua/about/finansovaja-otchetnost>]

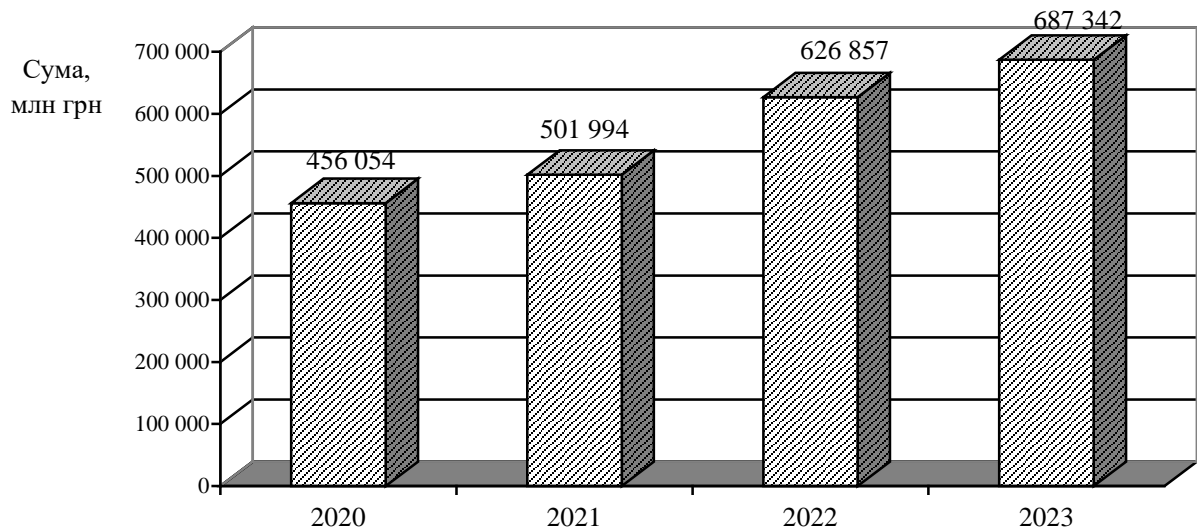


Рисунок 2.7 – Динаміка коштів клієнтів АТ КБ «ПриватБанк»

Джерело: побудовано автором за даними  
 [<https://privatbank.ua/about/finansovaja-otchetnost>]

Обсяг статутного капіталу залишався незмінним протягом усього періоду (на рівні 206 060 млн грн), що свідчить про стабільність капіталізації банку та відсутність потреби в додатковому внесенні коштів з боку акціонера (держави).

На рис. 2.8 наведено динаміку процентних доходів і витрат АТ КБ «ПриватБанк» за 2020-2023 роки. Доходна база банку зростала у 2022–2023 роках. Темпи приросту становили 26,48% та 18,06% відповідно. Такі показники пояснюються збільшенням обсягів прибуткових активів та зростанням ринкових ставок, зокрема за ОВДП та кредитами. Динаміка процентних витрат характеризується різкими коливаннями. У 2022 році витрати зросли на 116,81%, а у 2023 році – на 93,87%, що зумовлено зростанням ставок за залученими коштами та новою фіскальною політикою. Така динаміка свідчить про подорожчання ресурсної бази банку.

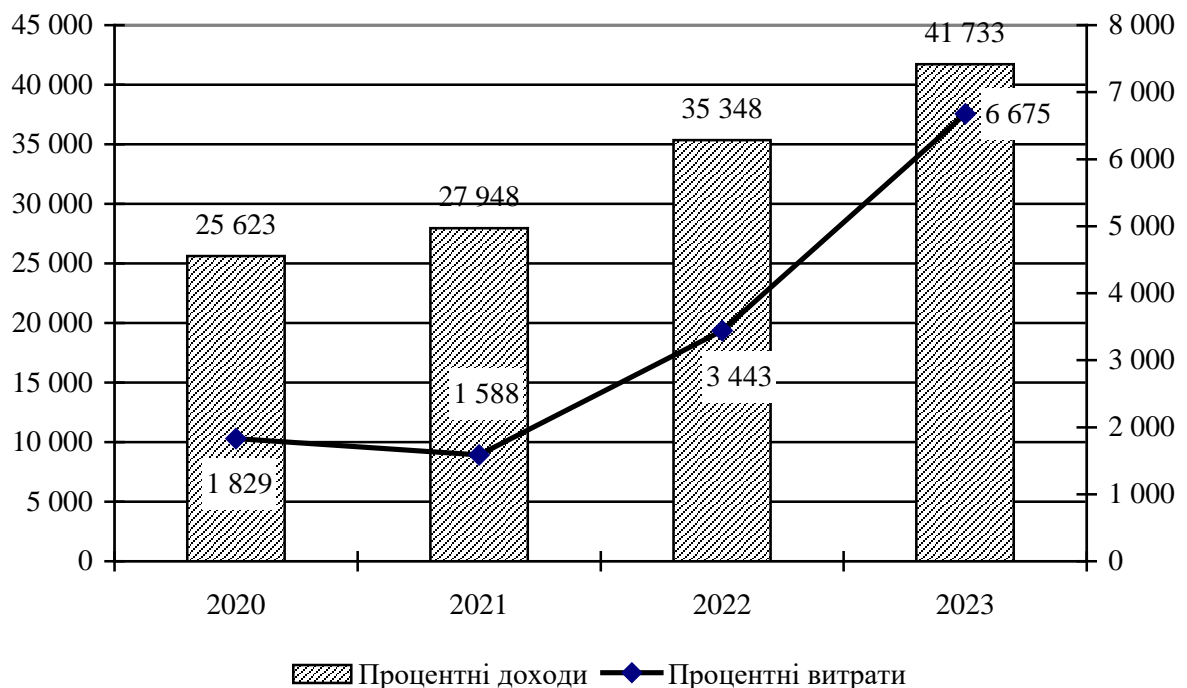


Рисунок 2.8 – Динаміка процентних доходів і витрат АТ КБ «ПриватБанк»

Джерело: побудовано автором за даними [https://privatbank.ua/about/finansovaja-otchetnost]

Найбільш важливим показником є фінансовий результат діяльності банку. У 2022 році банк зазнав збитку в розмірі 17 488 млн грн, що є прямим наслідком війни, втрати активів, зростання резервів та нових податкових зобов'язань (рис. 2.9). Водночас у 2023 році прибуток досягнув суми 47 308 млн грн. Це є найвищим результатом за 2020-2023 роки діяльності банку та свідчить про адаптивність бізнес-моделі банку до кризових умов та ефективну політику управління активами й витратами.

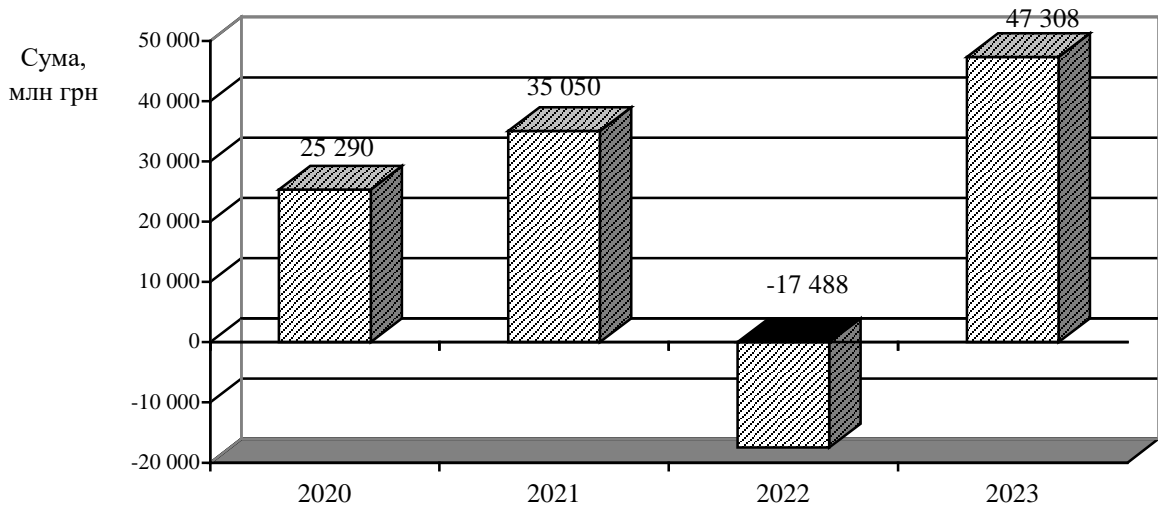


Рисунок 2.9 – Динаміка прибутку (збитку) АТ КБ «ПриватБанк»

Джерело: побудовано автором за даними  
[\[https://privatbank.ua/about/finansovaja-otchetnost\]](https://privatbank.ua/about/finansovaja-otchetnost)

Протягом аналізованого періоду фінансова діяльність АТ КБ «ПриватБанк» характеризувалася високим рівнем адаптивності до змін зовнішнього середовища, зокрема до впливу повномасштабної війни, інфляційних коливань та загальної економічної нестабільності в Україні.

Аналіз динаміки ключових фінансових показників діяльності банку за 2020–2023 роки свідчить про наявність стійких тенденцій до нарощування масштабів діяльності та зміцнення позицій на банківському ринку.

Можна констатувати, що протягом даного періоду спостерігається зростання обсягу активів, грошових коштів та їх еквівалентів, інвестицій у цінні папери, а також залучених коштів клієнтів, що свідчить про посилення фінансової стабільності банку, ефективне управління ресурсною базою та високий рівень довіри з боку вкладників. Незмінний обсяг статутного капіталу протягом усіх чотирьох років підтверджує достатність капіталізації банку, тоді як збільшення процентних доходів свідчить про зростання ефективності використання активів.

Проте, у структурі кредитного портфеля клієнтів було зафіксовано скорочення у 2020–2022 роках, що характеризує консервативну політику банку щодо ризикових активів в умовах нестабільності. Однак, у 2023 році намітилась тенденція до відновлення обсягів кредитування, що свідчить про поступове пожвавлення банківської активності та відновлення ділової активності в окремих секторах економіки.

Особливо слід підкреслити позитивну динамку фінансового результату банку після збиткової діяльності у 2022 році, зумовленої впливом воєнних дій. У 2023 році спостерігається найбільший рівень прибутку, що є результатом ефективної стратегії ризик-менеджменту, оптимізації витрат та диверсифікації доходів.

Таким чином, діяльність АТ КБ «ПриватБанк» характеризується ефективним функціонуванням в умовах глибокої соціально-економічної кризи, забезпечуючи не лише стабільність власної фінансової системи, а й виконуючи важливу роль у підтриманні макрофінансової стабільності в державі.

Інформаційною базою для проведення аналізу були методичні підходи, викладені у роботах [18-28].

### 2.3 Напрями ефективного управління ресурсним потенціалом банку

Розвиток банківської системи України тісно пов'язаний зі здатністю банків залучати достатню кількість ресурсів. Від рівня капіталізації та ліквідності банків залежить їхня здатність фінансувати економіку, підтримувати стабільність фінансової системи та протистояти різним викликам. Для забезпечення стабільного розвитку банківської системи необхідно постійно працювати над збільшенням ресурсної бази банків та підвищенням ефективності їх використання [5-7, 9, 28].

Для стабільного функціонування банківської системи та її активної участі в економічному розвитку необхідно збільшувати обсяги залучених банками коштів. Це дозволить банкам активніше кредитувати економіку, фінансувати інвестиційні проекти та підтримувати економічне зростання. Для досягнення цієї мети банки повинні постійно працювати над розширенням своїх джерел фінансування та оптимізацією структури балансу.

Ефективне управління ресурсами банку передбачає постійний пошук нових джерел фінансування, оцінку їхньої вартості та ризиків, а також розробку оптимальних стратегій розміщення коштів. Мета такого управління – забезпечити максимальну прибутковість банку при мінімальних ризиках [5-7, 29].

Управління банківськими ресурсами – це комплекс заходів, спрямованих на формування оптимальної структури пасивів та активів банку з метою забезпечення його ліквідності, прибутковості та стійкості [28-31].

Управління ресурсами банківської установи охоплює сукупність процесів, спрямованих на формування, розміщення, перерозподіл і контроль за використанням фінансових ресурсів з метою забезпечення платоспроможності, ліквідності, прибутковості та фінансової стійкості банку [5-7]. До основних складових управління ресурсами на цьому рівні належать:

- залучення ресурсів (управління депозитною політикою, оптимізація структури пасивів, використання інструментів міжбанківського кредитування, емісії боргових зобов'язань тощо);

- управління капіталом (забезпечення відповідності нормативам достатності капіталу, оптимізація структури власного і позикового капіталу, формування резервів під ризики);

- розміщення ресурсів (ефективне кредитування, інвестування в дохідні та безпечні активи, управління ліквідністю, ризик-менеджмент щодо активних операцій);

- управління ліквідністю (забезпечення здатності банку вчасно виконувати свої зобов'язання перед клієнтами та контрагентами, балансування строків активів і пасивів);

- контроль і аналіз ефективності (моніторинг показників дохідності, вартості ресурсів, рентабельності операцій, аналіз ризиків і прийняття коригувальних управлінських рішень).

Управління ресурсами на мікрорівні відіграє ключову роль у забезпеченні стабільного функціонування банківської установи, формуючи основу для досягнення стратегічних цілей у довгостроковій перспективі.

У процесі управління ресурсним потенціалом банківської установи вирішується низка завдань, спрямованих на забезпечення ефективного функціонування банку, підвищення його конкурентоспроможності та фінансової стійкості. Основні завдання в цій сфері охоплюють [9]:

- формування оптимальної структури ресурсної бази передбачає визначення раціонального співвідношення між власними та залученими ресурсами, а також між коротко- і довгостроковими зобов'язаннями з урахуванням стратегічних орієнтирів банку та вимог регулятора;

- забезпечення достатності та стабільності фінансових ресурсів – полягає у створенні належного обсягу ресурсів для підтримки активних

операцій банку та забезпечення його поточної платоспроможності, з урахуванням внутрішніх і зовнішніх ризиків;

– мінімізація вартості залучення ресурсів – досягається шляхом управління ціною фінансування, використання ефективних інструментів фондового та грошового ринку, а також шляхом диверсифікації джерел фінансування;

– підтримання ліквідності банку на достатньому рівні – завданням є забезпечення своєчасного виконання зобов'язань перед вкладниками, кредиторами та іншими контрагентами при мінімальному ризику втрат;

– раціональний розподіл та ефективне використання ресурсів – передбачає спрямування наявних ресурсів на найбільш прибуткові та найменш ризикові банківські операції з метою забезпечення рентабельності та стабільного зростання банку;

– забезпечення відповідності регулятивним вимогам та нормативам – включає дотримання встановлених Національним банком України показників ліквідності, достатності капіталу, обмежень на ризикові операції тощо;

– удосконалення системи моніторингу та контролю за ресурсною діяльністю – полягає в регулярному аналізі ефективності управлінських рішень у сфері ресурсного забезпечення та розробці заходів з підвищення ефективності ресурсного менеджменту.

Таким чином, завдання управління ресурсним потенціалом банку охоплюють стратегічні та тактичні аспекти забезпечення фінансової стабільності установи, підвищення її прибутковості та стійкості до зовнішніх викликів у мінливому економічному середовищі.

На підставі проведеного аналізу динаміки фінансових показників АТ КБ «ПриватБанк» за 2020–2023 роки визначено основні напрями ефективного управління ресурсним потенціалом банківської установи в сучасних умовах функціонування. Отримані результати свідчать, що адаптація до факторів зовнішнього середовища, оптимізація структури

активів і пасивів, а також стратегічне планування ресурсної бази сприяють зміцненню фінансової стабільності банку. У цьому контексті доцільно виокремити такі основні напрями управління ресурсним потенціалом:

– диверсифікація джерел ресурсної бази. З метою зниження залежності від окремих категорій пасивів доцільним є розширення спектра джерел залучення коштів, зокрема шляхом активізації взаємодії з корпоративними клієнтами, державними установами та міжнародними фінансовими організаціями. ПриватБанк продемонстрував зростання обсягу коштів клієнтів, що свідчить про потенціал у сфері формування стійкої депозитної бази;

– оптимізація структури активів і пасивів за строковістю та вартістю. В умовах зростання процентних витрат та інфляційних ризиків важливим напрямом є балансування активів і зобов'язань за термінами погашення та дохідністю. Зменшення обсягу довгострокових кредитів клієнтам у попередні роки вимагає переосмислення підходів до активних операцій з урахуванням їхньої прибутковості та ризикованості;

– активне управління ліквідністю. Ефективна система управління ліквідністю має ґрунтуватися на прогнозуванні грошових потоків, використанні високоліквідних інструментів (зокрема інвестицій у державні цінні папери), а також дотриманні нормативів ліквідності, установлених НБУ. Зростання частки грошових коштів у структурі активів ПриватБанку свідчить про націленість на підтримку високої платоспроможності;

– підвищення ефективності використання залучених ресурсів. Зростання процентних доходів на тлі підвищення процентних витрат потребує посилення контролю за ефективністю використання кожної гривні залучених коштів. У цьому контексті необхідно активізувати роботу з якісним кредитуванням, розширювати інвестиційні напрями діяльності та удосконалювати систему ризик-менеджменту;

– забезпечення гнучкості ресурсного менеджменту в умовах кризи. Досвід 2022 року, коли банк зазнав збитків, демонструє необхідність оперативного реагування на кризові ситуації. Це вимагає впровадження сценарного планування, стрес-тестування та перегляду стратегій управління ресурсами з урахуванням макроекономічних і геополітичних ризиків;

– цифровізація процесів управління ресурсами. В умовах цифрової трансформації банківського сектора важливим напрямом є впровадження автоматизованих систем обліку, аналізу та прогнозування ресурсної позиції банку, що забезпечить оперативність управлінських рішень та підвищить точність оцінки ресурсного потенціалу.

Таким чином, ефективне управління ресурсним потенціалом АТ КБ «ПриватБанк» має будуватися на принципах збалансованості, адаптивності, ризик-орієнтованості та інноваційності, що дозволить банківській установі не лише підтримувати фінансову стійкість у кризових умовах, але й забезпечити стає зростання у середньостроковій перспективі.

## **3 ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ БАНКІВСЬКИХ РЕСУРСІВ**

### **3.1 Математичні моделі участі банку в інвестиційних операціях**

Алгоритми розподілу в банківській діяльності розповсюджені дуже широко і постійно застосовуються при розв'язанні різноманітних задач. Задачі планування різної періодичності, оптимізації активних операцій, розподілу ресурсів банку між видами операцій і клієнтами потребують застосування цих алгоритмів. Не обходиться без використання розподільчих задач інвестиційна діяльність комерційних банків.

Існують різні методи фінансування інвестиційних проєктів: повне самофінансування, акціонування, кредитне фінансування, фінансовий лізинг, змішане (пайове) фінансування. Для будь-якого з цих методів розробляються програми, що враховують перелік заходів, їхній часовий розподіл і необхідне фінансування кожного заходу. Всі заходи, що потребують інвестицій, об'єднуються спеціально розробленим планом залучення інвестицій. При надходженні інвестиційних ресурсів їх необхідно використовувати за цільовим призначенням із врахуванням часового розподілу [33-36].

Комерційні банки можуть виступати як інвестори самостійно або як посередники, але в обох випадках банк бере на себе відповідальність за ефективність реалізації проєкту. Необхідність розподілу наявних ресурсів виникає в комерційному банку і в його повсякденній поточній діяльності. Це стосується, в першу чергу, функцій стратегічного і оперативного планування банківської діяльності, динаміки капіталізації банку.

Світовий досвід показує, що зростання доходів відбувається у тих фінансових компаній, в тому числі й комерційних банків, які впроваджують сучасні методи обслуговування клієнтів. Все частіше конкуренція як банків між собою, так і банків та небанківських організацій вимагає встановлення жорстких вимог до активів комерційних банків.

Головними фінансовими проблемами вітчизняних банків залишаються капіталізація і підвищення якості активів. Тому комерційний банк, приймаючи рішення щодо виконання кожної активної операції, повинен ретельно оцінювати і передбачати можливий ефект від неї. Операції будь-якого комерційного банку підвладні підвищеному ризику, тому критерій оцінки активної операції повинен враховувати не лише охікуваний прибуток, а й ступінь ризику операції [36, 38].

Найбільшу питому вагу серед активних операцій комерційного банку становлять кредитні операції. Як і будь-яка комерційна організація, банк має на меті максимізувати свій дохід, працюючи в умовах ризику. Тому для розв'язання задачі оптимального розподілу ресурсів між різними видами його діяльності, різними клієнтами необхідно обрати критерій оцінки активної операції до здійснення її банком, з тим, щоб такий розподіл відбувався не лише з метою максимізації доходу, а й з урахуванням реального ризику операції.

Тривалість виконання операції є одним з ключових факторів, що впливають на її ефективність. З одного боку, більш тривалі проєкти, як правило, пов'язані з більшими інвестиціями і, відповідно, можуть принести більший дохід. З іншого боку, тривалі проєкти піддаються більшому впливу зовнішніх факторів, що збільшує ризик неотримання очікуваного результату. Тому при оцінці ефективності проєкту необхідно враховувати як потенційний дохід, так і рівень ризику, який, як правило, зростає з часом.

Позначимо ефективність банківської операції (проєкту) через  $F_j$ , де  $j$ -ідентифікатор конкретної операції (інвестиційного проєкту). Ця ефективність може визначатися як обсяг охікуваного прибутку під виконання операції. Для описання критерію оцінки операції використовуються такі позначення:  $x_j$  – обсяг ресурсів, що виділяються на  $j$ -ту операцію ( $j$ -му об'єкту);  $N_j$  – питома ефективність операції на  $j$ -му об'єкті на одиницю вкладених ресурсів;  $p_j$  – імовірність ризику втрати одиниці ресурсу на  $j$ -му об'єкті;  $R$  – загальний обсяг ресурсів, що виділяються всім  $M$  об'єктам

вкладення ( $j = 1, 2, 3, \dots, M$ );  $Q_j$  – ризик (імовірність) невиконання проєкту. Замість імовірності  $p_j$  може бути використана часова функція ризику  $\varphi_j(t)$ .

Загальний вигляд функціоналу, що визначає ефективність  $F_j$  операції (проєкту), визначається виразом [14, 15, 39, 40, 42]:

$$F_j = F_j(X_j, t_j, p_j, N_j), \quad (3.1)$$

де  $t_j$  – період часу надання ресурсу  $X_j$  або період часу функціонування об'єкта, протягом якого він приносить прибуток.

Для спрощення моделі ми будемо вважати, що результати інвестування в різні об'єкти є незалежними випадковими величинами. Це означає, що успіх або невдача одного проєкту не впливають на результати інших проєктів. В такому випадку загальна ефективність  $F$  від інвестування в  $M$  об'єктів дорівнюватиме сумі ефективностей від інвестування в кожен об'єкт окремо [14, 15, 39, 40, 42]:

$$F = \sum_{j=1}^M F_j \quad \text{при} \quad \sum X_j \leq R. \quad (3.2)$$

Виконання співвідношення (3.2) забезпечує адитивність функції  $F$ , що дозволяє розкласти складну оптимізаційну задачу на ряд більш простих підзадач. Для розв'язання такої задачі ефективно застосовується метод динамічного програмування, який полягає в побудові системи функціональних рівнянь, що описують оптимальні рішення для підзадач різної розмірності.

$$\left. \begin{aligned}
 f_1(\mathbf{R}) &= \max_{x_1} [F_1(x_1, t_1, p_1, N_1)]; \\
 f_2(\mathbf{R}) &= \max_{x_2} [F_2(x_2, t_2, p_2, N_2) + f_1(\mathbf{R} - x_2)]; \\
 &\dots\dots\dots \\
 f_j(\mathbf{R}) &= \max_{x_j} [F_j(x_j, t_j, p_j, N_j) + f_{j-1}(\mathbf{R} - x_j)]; \\
 &\dots\dots\dots \\
 f_M(\mathbf{R}) &= \max [F_M(x_M, t_M, p_M, N_M) + f_{M-1}(\mathbf{R} - x_M)]
 \end{aligned} \right\} \quad (3.3)$$

Після визначення послідовності рівнянь (3.3) при заданому значенні  $\mathbf{R}$  у зворотному порядку визначаються оптимальні рішення [14, 15, 40, 42]:

$$\begin{aligned}
 &x_M(\mathbf{R}); \\
 &x_{M-1}(\mathbf{R} - x_M); \\
 &\dots\dots\dots \\
 &x_j \left( \mathbf{R} - \sum_{i=j+1}^M x_i \right); \\
 &\dots\dots\dots \\
 &x_j \left( \mathbf{R} - \sum_{i=2}^M x_i \right) = \mathbf{R} - \sum_{i=2}^M x_j.
 \end{aligned}$$

З метою зменшення часу, необхідного для виконання обчислень, варто організувати послідовність обчислень таким чином, щоб значення  $N$ , що впливають на складність обчислень, зменшувались з кожним кроком. Це дозволить зменшити обчислювальну складність задачі. При цьому, якщо на  $j$ -му кроці буде отримане рішення  $X_j=0$ , то воно буде нульовим також для  $i=j+1, \dots, M$ .

Якщо при побудові системи (3.3) не вдається отримати результати в аналітичному вигляді, то функції  $f$ , та  $x_j$  визначаються табулюванням.

Щоб застосувати запропоновані моделі для розв'язання практичних задач, необхідно конкретизувати функціональну залежність  $F_j$  від  $x_j$ ,  $t_j$ ,  $p_j$  та

$N_j$ . Для цього ми проаналізуємо різні типи проєктів та операцій, а також скористаємося результатами досліджень, представленими в роботах [14, 40, 42, 45]. Моделі А, В, С і D, описані в цих роботах, пропонують різні підходи до оцінки ефективності використання ресурсів.

Модель А. Передбачається, що ресурс  $x_j$  інвестується на виконання проєкту, дохід від реалізації якого пропорційний  $x_j$  [14, 15, 39, 40, 42-45]:

$$F_j = N_j(1 - P_j)x_j \quad (3.4)$$

Модель В розглядає ситуацію, коли ресурси, інвестовані в проєкт, піддаються поступовому зносу або втраті з певною ймовірністю  $p_j$  за одиницю часу. Проєкт вважається успішним, якщо до його завершення хоча б одна одиниця ресурсу залишиться функціональною. При цьому, загальний дохід від проєкту прямо пропорційний кількості використаних ресурсів  $N_j$ . У цьому випадку [14, 15, 40, 42]:

$$F_j = N_j(1 - p_j^{x_j}) \quad (3.5)$$

Модель С. Ресурс  $x_j$  інвестується на виконання проєкту, дохід пропорційний  $N_j$ . Кожна одиниця ресурсу підвладна ризику втрати (витрачання) з імовірністю  $P_j$ . Проєкт виконується успішно, якщо увесь ресурс за час його виконання зберігається у повному обсязі. У цьому випадку

$$F_j = N_j(1 - p_j)^{x_j} \quad (3.6)$$

Модель D. Для реалізації проєкту необхідні ресурси, які піддаються ризику втрати. Цей ризик виражається ймовірністю  $P_j$  для кожної одиниці ресурсу. При цьому, чим більша кількість ресурсів  $N_j$  буде інвестована, тим більший потенційний дохід можна отримати, проте зростає і загальний ризик

втрати. Максимізується гарантований дохід, пропорційний частині ресурсу  $x_j$ , що зберігається. У цьому випадку

$$F_j = N_j x_j (1 - p_j)^{x_j} \quad (3.7)$$

У всіх розглянутих моделях час виконання операції (проєкту) не розглядався. У реальних ситуаціях його слід враховувати. Найбільш критичним до часу реалізації операцій є рівень ризику. Тому замість імовірності втрати для врахування часового параметра слід розглядати числову функцію ризику  $r(t)$ . Функція ризику однозначно характеризується ймовірністю втрати одиниці ресурсу, але дозволяє враховувати часовий фактор  $t$  у моделі. У роботі [42] показано, що як часова функція ризику може бути використана функція:

$$r(t) = 1 - e^{-\lambda t}, \quad (3.8)$$

де  $\lambda$  – щільність розподілу імовірностей ризику за одиницю часу.

Коли рівень ризику заданий у вигляді величини ймовірності втрати одиниці ресурсу ця імовірність за умовханням може бути віднесена до певного часового періоду (звичайно року).

У роботі [42] показаний зв'язок параметра  $\lambda$  та ймовірності втрати, віднесеної до фіксованого відрізка часу  $T$ . Ця залежність має вигляд:

$$\lambda = -\ln(1 - P) \frac{1}{T},$$

де  $T$  – період часу, для якого визначена ймовірність втрати  $P$ .

У тих випадках, коли час виконання операції фіксовано і для нього визначена імовірність втрати ресурсу, ця імовірність може бути використана у формулах (3.4)-(3.7). Якщо час операції не визначено і він є змінною

величиною, слід використовувати часову функцію  $r(t)$ , визначену за формулою (3.8).

Розглянемо використання зазначених моделей.

Модель А. У даній моделі, порух з обмеженнями (3.2) при визначенні  $\max F$ , можуть бути використані додаткові обмеження вигляду  $x_j \leq R_j$ .

При цьому для визначення рішень  $x_j$  – максимізуючих  $F$  може бути застосований такий алгоритм:

–формується масив знахень  $N_j(1-p_j)$  і сортується за спаданням;

–для відсортованого масиву виконується моніторинг за  $j$  і визначається на кожному кроці значення  $x_j$ , із співвідношення:

$$x_j = \max \left( R_j; R - \sum_{i=1}^{j-1} x_i \right);$$

–моніторинг припиняється, коли виконується умова:

$$R - \sum_{i=1}^j x_i < 0;$$

–рішення має вигляд:

$$x_1, x_2, \dots, x_{j-1} = R - \sum_{i=1}^{j-1} x_i.$$

Модель В. Рішення для даної моделі розглянуто в підрозділі 1.3.

Модель С. Відображає таке вкладення ресурсу, коли для успішного завершення операції (проєкту)  $\max$  ресурсу повинен бути збережений, незважаючи на те, що існує ризик втрати одиниці ресурсу з імовірністю  $P_j$ . При розподілі ресурсу  $R$  по  $M$  об'єктах вкладення задача формально ставиться таким чином [14, 15, 40, 42]:



Аналогічно можна дізнатися про рішення при  $j > 2$ . Розглянемо залежність структури рішення за відмови від умови  $p_j = p(j = \overline{1, M})$ . Для цього визначимо першу і другу похідні функції  $f_2(x_2)$

$$\frac{\partial f_2}{\partial x_2} = N_2(1-p)^{x_2} \ln(1-p) - N_1(1-p)^{R-x_2} \ln(1-p) ;$$

$$\frac{\partial f_2}{(\partial x_2)^2} = N_2(1-p)^{x_2} \ln^2(1-p) + N_1(1-p)^{R-x_2} \ln(1-p) > 0.$$

Оскільки  $N_j > 0$ ;  $1-p_j > 0$ , то  $\partial^2 f_2 / \partial x_2 > 0$ , структура рішення  $p_j \neq p$  зберігається.

Модель D. Це модель, яка найбільше застосовується для дослідження банківської діяльності, оскільки в ній відображено вимогу збереження ресурсів, що інвестуються, а дохід банку пропорційний їхньому обсягу.

Введемо позначення:

$j$  – ідентифікатор (номер) об'єкта кредитування;  $j = \overline{1, 2, \dots, M}$ ;

$M$  – загальна кількість об'єктів кредитування;

$x_j$  – об'єм ресурсів, що виділені як кредити  $j$ -му об'єкту;

$N_j$  – ефективність забезпечення кредиту  $j$ -му об'єкту;

$p_j$  – ризик втрати одиниці ресурсів при кредитуванні  $j$ -го об'єкта;

$R$  – загальний об'єм ресурсів, які має банк;

$(1-p_j) = q_j$ .

Ефективність кредитування  $j$ -го об'єкта  $F_j$  визначається виразом [42]:

$$F_j = x_j N_j (1-p_j)^{x_j} . \quad (3.11)$$

Якщо  $F_j$  розглядати як функцію трьох змінних  $F(x_j; N_j; q_j)$  і спробувати дослідити її на безумовний екстремум, то, за критерієм Сільвестра, необхідно

для знаходження стаціонарних тохок розв'язати систему, прирівнюючи частинні похідні першого порядку до нуля [15, 40, 42]:

$$\begin{cases} \frac{\partial F_j}{\partial x_j} = N_j q_j^{x_j} + x_j N_j q_j^{x_j} \ln q_j = 0 \\ \frac{\partial F_j}{\partial N_j} = x_j q_j^{x_j} = 0 \\ \frac{\partial F_j}{\partial q_j} = x_j^2 N_j q_j^{x_j-1} = 0 \end{cases}$$

Але дана система розв'язків не має, тому для дослідження функції  $F_j$  будемо розглядати її як функцію від однієї змінної  $F_j(x_j)$  при фінансових значеннях  $N_j$  та  $q_j$ . Знайшовши екстремум, дослідимо його при різних значеннях змінних  $N_j$  та  $q_j$ .

Дослідимо вираз (3.1) на екстремум. Для цього знайдемо похідні [15]:

$$\begin{aligned} \frac{\partial F_j}{\partial x_j} &= N_j q_j^{x_j} + x_j N_j q_j^{x_j} \ln q_j ; \\ \frac{\partial^2 F_j}{\partial x_j^2} &= N_j q_j^{x_j} \ln q_j (2 + x_j \ln q_j) , \end{aligned}$$

де  $q_j = (1 - p_j)$ .

Порівнюючи першу похідну до нуля, знайдемо єдину стаціонарну точку:

$$x_j = -\frac{1}{\ln q_j} . \quad (3.12)$$

Для визначення типу екстремуму підраховуємо значення другої похідної в стаціонарній точці [15, 42]:

$$\left. \frac{\partial^2 F_j}{\partial x_j^2} \right|_{x_j = \frac{1}{\ln q_j}} = N_j q_j^{\frac{1}{\ln q_j}} \ln q_j \left( 2 + \ln q_j \left( -\frac{1}{\ln q_j} \right) \right) = N_j q_j^{\frac{1}{\ln q_j}} \ln q_j.$$

Для знаходження виразу  $q_j^{1/\ln q_j}$  прологарифмуємо його [15, 42]:

$$\ln \left( q_j^{\frac{1}{\ln q_j}} \right) = 1 - \frac{1}{\ln q_j} \ln q_j = -1, \text{ тоді } q_j^{\frac{1}{\ln q_j}} = e^{-1},$$

а також 
$$\frac{\partial^2 F_j}{\partial x_j^2} = N_j \ln q_j \frac{1}{e}.$$

Враховуючи, що  $q_j < 1$ ,  $\left. \frac{\partial^2 F_j}{\partial x_j^2} \right|_{x_j = \frac{1}{\ln q_j}} < 0$ , тобто точка  $x_j = -1/\ln q_j$  є точкою

локального максимуму функції  $F_j$ . Саме максимальне значення:

$$F_j \max = -\frac{N_j}{\ln q_j} e^{-1}.$$

Побудуємо залежності  $F_j(x_j)$  при різних значеннях  $q_j$  та  $N_j$  у варіантах розрахунків, що наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Таблиця знахень параметрів  $q_j$  та  $N_j$  у варіантах розрахунків

Номер варіанта	1	2	3	4	5	6	7
$N_j$	0,1	0,5	0,1	0,2	0,1	0,5	0,5
$q_j$	0,99	0,99	0,95	0,95	0,9	0,95	0,9

*Джерело: розраховано автором за результати моделювання*

Результати розрахунків за формулою (3.11) наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Таблиця розрахунків  $F_j = f(x_j)$ 

Варіант		$X_j$	1	2	4	7	10
		1	$N_j = 0,1$	0,99	0,196	0,348	0,631
	$q_j = 0,099$						
2	$N_j = 0,5$	0,495	0,98	1,92	3,255	4,525	
	$q_j = 0,99$						
3	$N_j = 0,1$	0,095	0,171	0,328	0,4935	0,61	
	$q_j = 0,95$						
4	$N_j = 0,2$	0,19	0,362	0,656	0,987	1,22	
	$q_j = 0,95$						
5	$N_j = 0,1$	0,09	0,162	0,262	0,337	0,357	
	$q_j = 0,9$						
6	$N_j = 0,5$	0,457	0,905	1,64	2,46	3,05	
	$q_j = 0,95$						
7	$N_j = 0,5$	0,45	0,81	1,31	1,685	1,785	
	$q_j = 0,9$						

*Джерело: сформовано автором за результати моделювання*

При обраних значеннях  $x_j = 9,5$ , при цьому  $q = 0,9$ ;  $F_j \max = 2,06$ . Для інших варіантів максимальне значення функції  $F_j$  досягається при  $x_j > 10$ .

На рис. 3.1 побудуємо графіки залежності  $F_j(x_j)$  для семи варіантів, що відповідають таблиці 3.2.

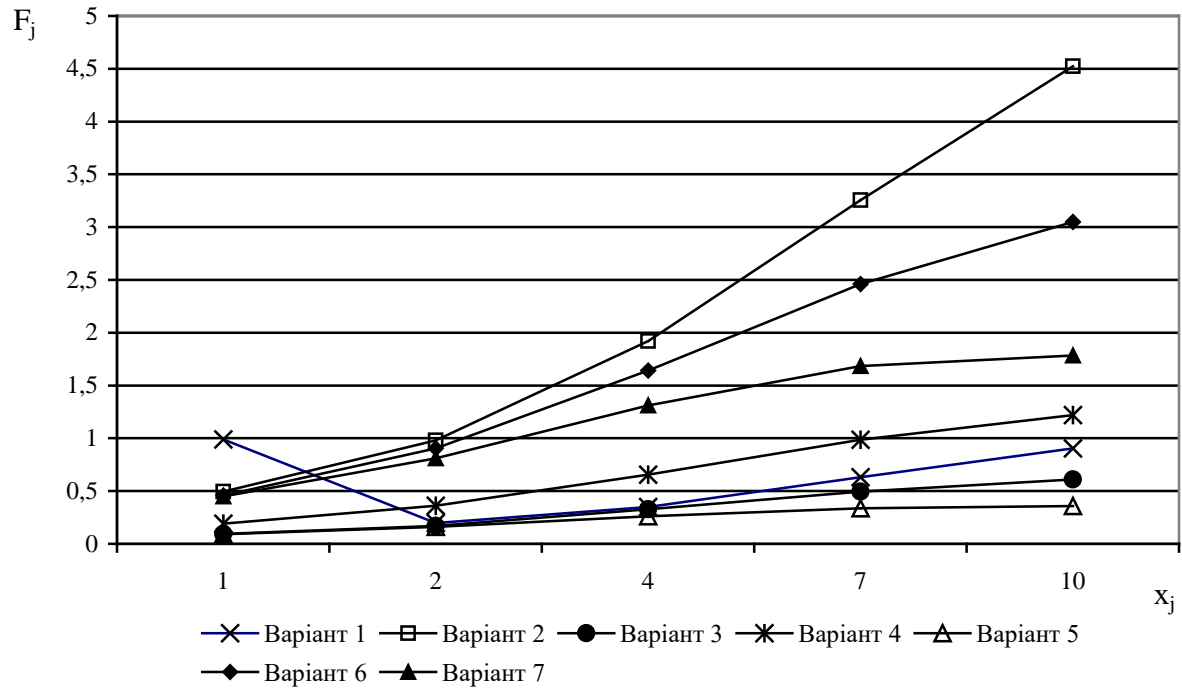


Рисунок 3.1 – Графіки залежності  $F_j(x_j)$

*Джерело: сформовано автором за результати моделювання*

Аналізуючи графіки, що наведені на рис. 3.1, можна дійти таких висновків:

- залежно від рівня ризику графіки мають чітко виражений максимум, який встановлюється так, як викладено вище за формулою (3.12);
- з графіків випливає, що рівень ризику суттєво впливає на очікувану ефективність активів комерційного банку.

Для з'ясування характеру розподілу ресурсів між активами з різними характеристиками прибутковості та ризику розглянемо алгоритм розподілу ресурсів між двома активами, для чого покладемо  $j = 1, 2$ . При цьому:

$$F_{1,2} = x_1 N_1 (1 - p_1)^{x_1} + x_2 N_2 (1 - p_2)^{x_2}, \quad (3.13)$$

при обмеженні

$$x_1 + x_2 \leq R. \quad (3.14)$$

Замінімо в співвідношенні (3.14) нерівність рівністю і перепишемо формулу (3.13), замінюючи  $x_1$  на  $x$ , тоді:

$$F_{1,2} = x_1 N_1 (1-p_1)^x + (R-x) N_2 (1-p_2)^{R-x} \quad (3.15)$$

Знайдемо екстремальні розв'язки в рівнянні (3.15), для чого знайдемо похідну функції  $F_{1,2}(x)$ , замінюючи  $1-p = q$ .

$$\frac{\partial F_{1,2}(x)}{\partial x} = N_1 q^x + x N_1 q^{x-1} \ln q - N_2 q^{R-x} - (R-x) N_2 q^{R-x-1} \ln q = 0 \quad (3.16)$$

Знайти корені рівняння (3.16) в явному вигляді не можна, але легко впевнитись, що стаціонарна точка існує, причому єдина. Нехай це буде точка  $x^*$ . Подамо рівняння (3.16) у вигляді суми виразів:

$$\frac{\partial F_{1,2}(x)}{\partial x} = P_1(x) + P_2(x) - P_3(x) - P_4(x),$$

де  $P_1(x) = N_1 q^x$ ;  $P_2(x) = N_1 x q^{x-1} \ln q$ ;  
 $P_3(x) = N_2 q^{R-x}$ ;  $P_4(x) = (R-x) N_2 q^{R-x-1} \ln q = 0$ .

Вирази  $P_1(x)$  та  $P_2(x)$  – зростаючі функції від  $x$ , а  $P_3(x)$  та  $P_4(x)$  – спадні (спадаючі).

Враховуючи знак «-» перед  $P_3(x)$  та  $P_4(x)$ , можна зробити висновок, що похідна  $\partial F_1 / \partial x$  є спадаючою функцією, а тому стаціонарна точка  $x^*$  змінює знак похідної з «+» на «-» і є точкою максимуму.

Виконаємо деякі розрахунки, при цьому розглянемо два варіанти:

а) перший варіант –  $R = 10$ ;  $N_1 = 0,1$ ;  $N_2 = 0,5$ ;  $q_1 = 0,99$ ;  $q_2 = 0,9$ ;

б) другий варіант –  $R = 20$ ;  $N_1 = 0,1$ ;  $N_2 = 0,5$ ;  $q_1 = 0,99$ ;  $q_2 = 0,9$ .

Результати розрахунків за формулою (3.16) наведені в таблиці 3.3.

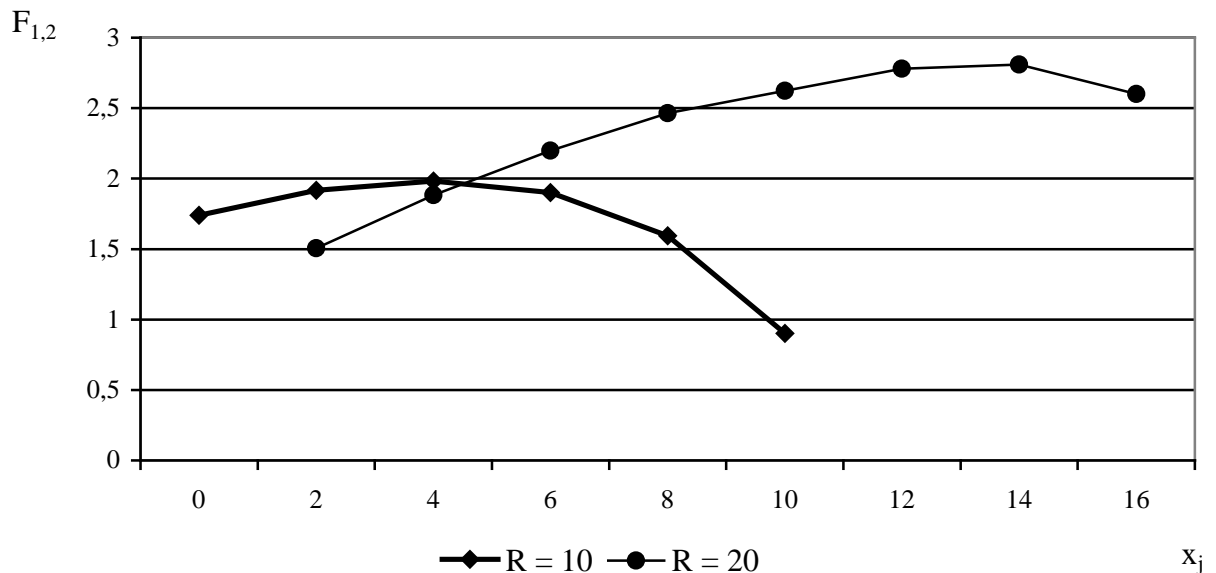
Таблиця 3.3 – Результати розрахунків  $F_{1,2}$ 

Значення $x$ , варіанти даних	0	2	4	6	8	10	12	14	16
1	1,74	1,916	1,982	1,9	1,594	0,901	-	-	-
2	-	1,506	1,882	2,198	2,464	2,623	2,78	2,81	2,6

*Джерело: сформовано автором за результати моделювання*

Дані варіантів відрізняються значенням сумарного ресурсу  $R = 10, 20$ .

За результатами таблиці 3.3 на рис. 3.2 побудовано графіки залежностей  $F_{1,2}(x)$  за допомогою прикладного програмного забезпечення Microsoft Excel.

Рисунок 3.2 – Графіки залежностей  $F_{1,2}(x)$ 

*Джерело: сформовано автором за результати моделювання*

На графіках чітко визначено максимальне значення  $x$ , що регулює розподіл засобів  $R$  між активами, що відповідає обом варіантам розподілу ресурсу  $R$ .

У першому випадку – ( $R = 10$ )  $x_{\text{опт}} = 4$ , в другому – ( $R = 20$ )  $x_{\text{опт}} = 14$ . На розподіл засобів між активами значною мірою впливає як величина охікуваного прибутку ( $N$ ), так і рівень ризику ( $p=1-q$ ). В усякому випадку побудовані на рис. 3.2 графіки підтверджують зроблені на основі логічних висновків міркування про існування максимуму залежності  $F_{1,2}(x)$ .

Запропонована модель дозволяє визначити розподіл банком ресурсів між інвестиційними проектами залежно від їх прибутковості і ступеня ризику.

Вище розглянуто розподілений алгоритм при  $M=2$ , тобто розподілення ресурсу робилося між двома активами.

На практиці може бути  $M > 2$ , у цьому випадку розподілений алгоритм слід орієнтувати саме для цього випадку. При цьому можна використовувати два варіанти:

- рекурентне розширення дії розподіленого алгоритму при  $M > 2$ ;
- розв'язання багатогодинної ( $M$ -крокової) розподільної задачі.

Варіант 1. Нехай знайдено рішення для  $M=2$  і побудовано табуляграму функції  $F_{1,2}(R)$  за формулою (3.6). Позначимо у формулі (3.6)  $y=R$ . Тоді  $x$  буде визначати сумарний ресурс, виділений на перші два об'єкти. При розв'язанні задачі для трьох об'єктів побудовано залежність [42]:

$$F_{1-3}(R) = F_{1,2}(y) + (R - y)N_3(1 - p_3)^{R-y} \quad (3.17)$$

Залежність може бути подана у виді табуляграми. На функції  $F_{1-3}(R)$  визначаємо і для кожного  $R$  знаходимо, що оптимізує  $F_{1-3}$  значення  $y$ .

При заданому  $R$  за табуляграмою функції  $F_{1-3}$  визначаємо  $y_{\text{opt}}$  і  $R-y$ , що і будуть представляти шукане оптимальне розподілення. Процедуру можна рекурентне нарощувати для одержання оптимального розподілу при будь-якому  $M$ .

Варіант 2. Характер функції  $F$  визначає її приналежність до адитивного класу. Тому для оптимізації розподілу ресурсу  $R$  по  $M$  об'єктів може бути використаний  $M$ - кроковий процес оптимізації за допомогою використання функціональних рівнянь динамічного програмування. Введемо позначення:

- $x$  – ресурс, виділений  $j$ -му об'єкту інвестування ( $j = 1, 2, \dots, M$ );
- $M$  – загальне число об'єктів інвестування;
- $R$  – загальний ресурс банку, призначений для інвестиції.

Ефективність інвестування М-об'єктів [15, 42, 43, 45]:

$$F = \sum_{j=1}^M x_j N_j (1-p)^{x_j}$$

при  $\sum x_j \leq R$ , де  $F_j = x_j N_j (1-p)^{x_j}$ .

Для визначення  $\max F$  будується система функціональних рівнянь [42]:

$$\left. \begin{aligned} f_1(R) &= \max_{x_1} F_1 \\ f_1(R) &= \max_{x_2} \left[ x_2 N_2 (1-p_2)^{x_2} + f_1(R - x_2) \right]; \\ &\dots\dots\dots \\ f_1(R) &= \max_{x_j} \left[ x_j N_j (1-p)^{x_j} + f_{j-1}(R - x_j) \right]. \end{aligned} \right\} \quad (3.18)$$

Після визначення системи (3.18) при заданому знахенні  $R$  у зворотному порядку визначаються [42]:

$$\begin{aligned} &x_M(R); \\ &x_{M-1}(R - x_M); \\ &\dots\dots\dots \\ &x_j \left( R - \sum_{i=j+1}^M x_i \right); \\ &\dots\dots\dots \\ &x_j \left( R - \sum_{i=2}^M x_i \right) = R - \sum_{i=2}^M x_i. \end{aligned} \quad (3.19)$$

Використовуючи формули (3.18) і (3.19), можна знайти оптимальний розподіл ресурсу  $R$  за будь-якої кількості об'єктів  $M$ .

Таким чином, у даному підрозділі, основним параметром динаміки розглядався розмір (обсяг) ресурсу, нижче як динамічний параметр буде розглянуто час (підрозділ 3.2).

### 3.2 Динамічна модель оптимального розподілу банківських ресурсів для АТ КБ «ПриватБанк»

При розподілі банківських ресурсів в часі необхідно враховувати невизначеність результатів, тобто ризик. Для вирішення цього завдання в роботі [6] розроблена динамічна модель, яка дозволяє оцінити ймовірність успішного проведення операцій та оптимізувати розподіл ресурсів [40, 42]:

$$F = \sum_{j=1}^M F_j = F_j(x_j, t_j, P_j, N_j); \quad \sum_{j=1}^M x_j \leq R, \quad (3.20)$$

де  $j$  – номер ресурсоодержувача ( $j = \overline{1, M}$ );

$F$  – мета функції;

$t_j$  – термін виділення ресурсу;

$x_j$  – обсяг ресурсів, що надається;

$R$  – дефіцит ресурсів;

$P_j$  – ризик втрати активів;

$N_j$  – ефективність використання ресурсу.

Початковим етапом розв'язання задачі є визначення функціональної залежності  $F_j$  від  $x_j$ ,  $t_j$ ,  $P_j$  та  $N_j$ . Це передбачає аналіз загальних закономірностей використання ресурсів різними об'єктами.

Для успішної адаптації до ринкових умов економіка країни потребує глибоких трансформацій. Це передбачає модернізацію виробництва, зміну організаційних структур та залучення нових технологій. Реалізація цих заходів неможлива без значних інвестицій, які можуть бути забезпечені банками через кредитування та залучення інвестицій.

Банк, як фінансова установа, здійснює інвестиційну діяльність, спрямовану на отримання прибутку. При цьому банк стикається з необхідністю оцінки та управління ризиками, пов'язаними з кожною

інвестиційною операцією. Дохід від кредитної операції ( $F_j$ ) залежить від суми кредиту ( $X_j$ ), терміну кредитування ( $t_j$ ) та рівня ризику, який враховує ймовірність неповернення кредиту та інші фактори, що можуть вплинути на прибутковість інвестиції. При цьому [40, 42]:

$$F_j = x_j N_j [Q(t_j)]^{x_j} \cdot q(t_j), \quad (3.21)$$

де  $q(t_j)$  – функція динаміки доходу за інтервал  $t_j$ ;

$Q(t_j)$  – функція ефективності операції в ризикових умовах;

Вираз (3.21), що описує зміну ризику з часом, задовольняє двом основним умовам: рівень ризику зростає зі збільшенням часу ( $t_j$ ), що відображається функцією  $Q(t_j)$ , а майбутня вартість коштів також зростає, що враховується функцією  $q(t_j)$ . Далі ми детальніше розглянемо функцію  $Q(t_j)$ .

У роботі [42] показано, що

$$Q(t_j) = e^{-\lambda t_j}; \quad (3.22)$$

$$\lambda = -\ln(1 - P_j), \quad (3.23)$$

де  $P_j$  – імовірність втрати ресурсу в обсязі однієї одиниці за рік.

Розглянемо функцію  $q(t_j)$ , яка описує процес дисконтування. Для її обчислення скористаємося формулою складних відсотків [40, 42, 45]:

$$q = \frac{S_6}{S_n} = (1 + I)^n, \quad (3.24)$$

де  $S_6$  ( $S_n$ ) – майбутня (нинішня) вартість грошей;

$I$  – коефіцієнт дисконтування у формі десяткового числа;

$n$  – загальна кількість відсоткових платежів.

Якщо дисконтна ставка стосується одного року і дисконтування здійснюється безперервно, то має місце співвідношення:

$$n = \frac{t}{\Delta t},$$

де  $\Delta t$  – інтервал часу між виплатами.

Дисконтна ставка  $I$  замінюється величиною  $I/(1/\Delta t) = 1 \cdot \Delta t = \alpha$ .

З урахуванням проведених замін перетворюємо вираз (3.24) на

$$q(t) = \left[ (1 + \alpha)^{1/\alpha} \right]^{t\alpha}. \quad (3.25)$$

При  $\Delta t \rightarrow 0$   $\alpha \rightarrow 0$ ;  $1/\alpha \rightarrow \infty$ . Застосуємо граничний перехід до виразу (3.25), у квадратних дужках отримаємо значення  $e$  і вираз (3.25) перетвориться на вигляд:

$$Q(t) = e^{tI}, \quad (3.26)$$

де  $t$  вимірюється в роках, а  $I$  виражається десятковим дробом.

Підставивши в рівняння (3.21) значення, попередньо обчислені за формулами (3.22)-(3.26), отримаємо [14, 15, 40, 42, 45]:

$$F_j = x_j N_j \exp\{t_j(I - \lambda_j x_j)\} = x_j N_j \exp\left\{t_j \left[ I + x_j \ln(1 - P_j) \right]\right\}, \quad (3.27)$$

де  $j$  – з'ясовує, які параметри відносяться до  $j$ -го об'єкта (операції).

Дослідимо вираз (3.27) на екстремум, для чого визначимо похідну:

$$\begin{aligned} \frac{\partial F_j}{\partial x_j} &= N_j \exp\{t_j(I - \lambda_j x_j)\} = x_j N_j t_j \lambda \exp\{t_j(I - \lambda_j x_j)\} = \\ &= \left[ N_j - x_j N_j t_j \lambda \right] \exp\{t_j(I - \lambda_j x_j)\} = 0. \end{aligned}$$

Рішення рівняння відповідає точкам екстремумів і дорівнюють:

$$x_j^1 = \infty, \quad x_j^2 = \frac{1}{t_j \lambda_j}. \quad (3.28)$$

Перше рішення суперечить умовам, наведеним в (3.20), тому є неприйнятним. Дослідимо друге рішення, обчисливши другу похідну  $F_j$ :

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 F_j}{(\partial x_j)^2} &= -N_j t_j \lambda_j \exp\{t_j(I - \lambda_j x_j)\} - N_j t_j \lambda_j \exp\{t_j(I - \lambda_j x_j)\} + \\ &+ x_j N_j t_j^2 \lambda_j^2 \exp\{t_j(I - \lambda_j x_j)\} = \left[ -N_j t_j \lambda_j \exp\{t_j(I - 2\lambda_j x_j)\} \right] (x_j t_j \lambda_j - 2). \end{aligned}$$

У точці екстремуму вираз  $\partial^2 F_j / (\partial x_j)^2$  набуває вигляду [15, 40, 42, 45]:

$$\frac{\partial^2 F_j}{(\partial x_j)^2} = \left[ N_j t_j \lambda_j \exp\left\{ \frac{1}{\lambda_j} - 2 \right\} \right] (1 - 2) = -N_j t_j \lambda_j \left\{ \frac{1}{\lambda_j} - 2 \right\} < 0,$$

тому екстремум  $x_j = x_j^{\text{opt}} = \max$ .

У таблиці 3.4 наведені результати розрахунків  $x_j^{\text{opt}}$ , отримані за формулами (3.23), (3.28) при різних  $P_j$  і  $t_j$ .

Таблиця 3.4 – Результати розрахунку  $x_j^{\text{opt}}$

$P_j \backslash t_j$	0,5	1	2	3	5
0,01	200	100	50	33,3	19,8
0,1	18,85	9,48	4,75	3,17	1,85
0,5	2,89	1,44	0,72	0,48	0,29

*Джерело: сформовано автором за результатами моделювання*

У таблиці 3.4 представлені дані, де часовий період ( $t_j$ ) вимірюється в роках, а рівень ризику ( $P_j$ ) виражається у відносних одиницях. Аналізуючи ці дані, можна зробити такі висновки:

– наявність екстремальних значень. При оцінці розміру кредиту, який банк надає клієнту, спостерігається наявність граничних, або екстремальних, значень. Це свідчить про те, що існують обмеження, які визначають максимальний розмір кредиту;

– залежність від рівня ризику. Оптимальний розмір кредиту тісно пов'язаний з рівнем ризику, притаманного даній кредитній операції. Чим вищий рівень ризику, тим менший, як правило, розмір кредиту, який банк готовий надати. Тобто, саме рівень ризику є основним фактором, що обмежує обсяг кредитування;

– зворотна залежність від часу: Існує обернена пропорційність між оптимальним розміром кредиту та терміном його повернення. Іншими словами, чим довший термін кредитування, тим менший, як правило, розмір кредиту, який банк вважає оптимальним. Це пов'язано з тим, що з ростом терміну зростає невизначеність і, відповідно, ризик неповернення кредиту.

Проведені дослідження мають на меті визначити особливості функціонування алгоритму (3.21), зокрема, досліджуючи процеси розподілу ресурсів між об'єктами при  $M = 2$ , тоді  $j = 1, 2$ . При цьому

$$F_{1,2} = x_1 N_1 \exp\{t_1 [I_1 + x_1 \ln(1 - P_1)]\} + x_2 N_2 \exp\{t_2 [I_2 + x_2 \ln(1 - P_2)]\}.$$

Оскільки  $x_1 + x_2 \leq R$ , замість  $x_1$ , будемо використовувати позначення  $x$ , а замість  $x_2$  підставимо у вираз для  $F_{1,2}$   $R - x$  і отримаємо [42]:

$$F_{1,2} = x N_1 \exp\{t_1 [I_1 + x \ln(1 - P_1)]\} + (R - x) N_2 \exp\{t_2 [I_2 + (R - x) \ln(1 - P_2)]\}. \quad (3.29)$$

Знайдемо екстремальні рішення, для чого обчислимо похідну функції  $F_{1,2}(x)$ :

$$\begin{aligned}
\frac{\partial F_{1,2}}{\partial x} = & N_1 \exp\{t_1 [I_1 + x \ln(1 - P_1)]\} + \\
& + N_1 x \ln(1 - P_1) \exp\{t_1 [I_1 + x \ln(1 - P_1)]\} - \\
& - N_2 \exp\{t_2 [I_2 + (R - x) \ln(1 - P_2)]\} - \\
& - (R - x) N_2 t_2 \ln(1 - P_2) \exp\{t_2 [I_2 + (R - x) \ln(1 - P_2)]\}.
\end{aligned}
\tag{3.30}$$

У явному вигляді знайти корені рівняння (3.30) видається неможливим, тому визначимо характер рівняння.

Оберемо довільну точку  $x^* \in [0, R]$  і розглянемо значення  $\partial F_{1,2} / \partial x$  у точках  $x^* - \varepsilon$ ,  $x^* + \varepsilon$ , де  $\varepsilon$  – мала величина. Безпосередньо із рівняння (3.30) можна визначити [42]:

$$\frac{\partial F_{1,2}}{\partial x}(x^* - \varepsilon) \geq \frac{\partial F_{1,2}}{\partial x}(x^*) \geq \frac{\partial F_{1,2}}{\partial x}(x^* + \varepsilon).$$

Тому рівняння (3.30) виражає незростаючу функцію, що дає підстави припустити наявність максимуму в рівнянні (3.29). Давайте переконаємось у правильності цього твердження, розрахувавши значення функції  $F_{1,2}(x)$  для різних значень з таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Значення параметрів функції  $F_{1,2}(x)$

Варіант даних	X										
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
1	0,0359	0,2545	0,4388	0,611	0,78	0,953	1,104	1,261	1,458	1,412	0,768
2	3,97	4,1594	4,23	4,2532	4,152	3,972	3,666	-	2,532	-	0,792

*Джерело: сформовано автором за результати моделювання*

При цьому для варіанту 1:  $P_1=0,05$ ;  $P_2=0,25$ ;  $t_1=t_2=1$  рік;  $I_1=0,07$ ;  $I_2=0,1$ ;  $R=20$ ;  $N_1=0,1$ ;  $N_2=0,5$ . Для варіанту 2:  $P_1=0,05$ ;  $P_2=0,05$ ;  $t_1=t_2=1$  рік;  $I_1=0,07$ ;  $I_2=0,1$ ;  $R=20$ ;  $N_1=0,1$ ;  $N_2=0,5$ .

За результатами таблиці 3.5 на рис. 3.3 побудовані графіки залежності  $F_{1,2}(x)$  за допомогою прикладного програмного забезпечення Microsoft Excel.

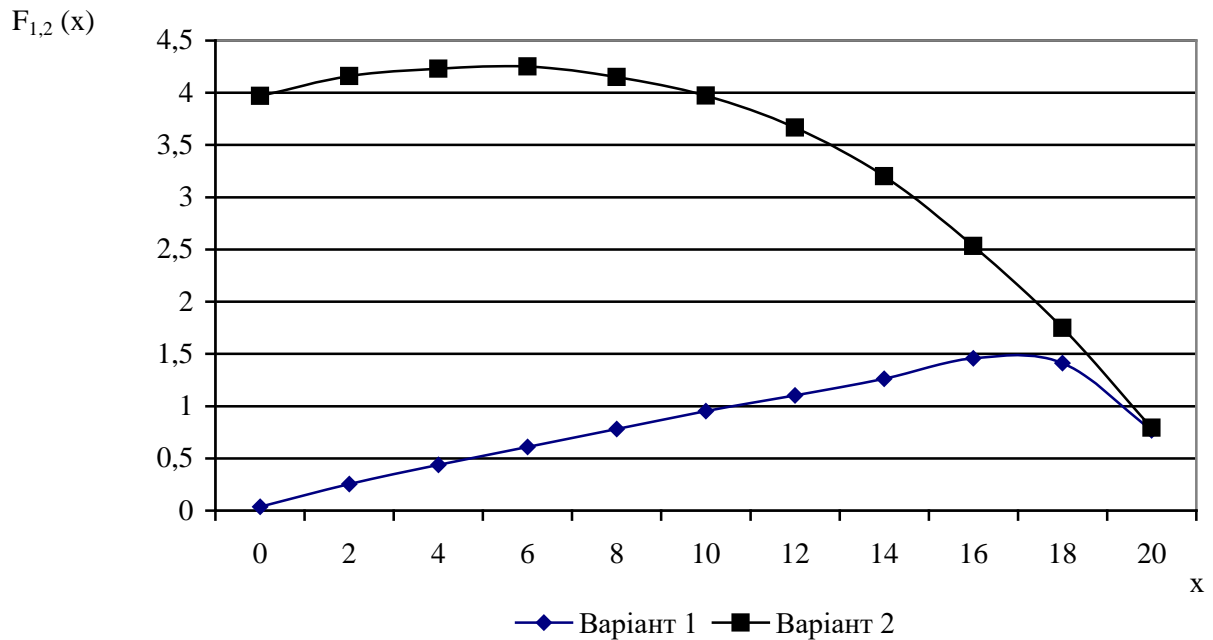


Рисунок 3.3 – Графік залежності  $F_{1,2}(x)$

*Джерело: сформовано автором за результати моделювання*

Дослідження графіка показало, що:

- для досягнення максимальної ефективності необхідно враховувати не тільки рівень дохідності активу, але й рівень пов'язаного з ним ризику;
- диверсифікація інвестицій дозволяє знизити загальний рівень ризику  $i$ , як наслідок, збільшити середню дохідність портфеля;
- час є важливим фактором, який впливає на рівень ризику  $i$ , відповідно, на дохідність інвестицій;
- процентна ставка не є єдиним визначальним фактором дохідності. Рівень ризику та термін кредитування також мають значний вплив.

Використовуючи рівняння (3.27) і (3.29), досліджено, як такі фактори, як процентна ставка, термін кредиту, рівень ризику та обсяг інвестицій, впливають на ефективність банківської операції. Результати цього аналізу наведені в роботі.

Формули (3.23), (3.28) і табл. 3.5 засвідчують залежність максимальної величини виділення ресурсу від  $P_j$  та  $t_j$ . Проте при розподілі ресурсу між кількома об'єктами оптимальні значення, отримані для кожного індивідуального об'єкта і групи об'єктів ( $F_j$  та  $F_{1,2}$ ), можуть не збігатися.

Наприклад, для графіків залежності, наведених на рис. 3.3, при індивідуальному визначенні;  $x_{opt} = 19,5$ ;  $(R-x)_{opt} = 3,5$  (за формулою (3.28)). Водночас для варіанта 1  $x_{opt} = 16$ ;  $(R-x)_{opt} = 4$ , для варіанта 2  $x_{opt} = 6$ ;  $(R-x)_{opt} = 14$ . Водночас індивідуальні дослідження показують характер і тенденції залежностей.

У формулі (3.27) параметр  $F_j$  відображає прибутковість інвестицій в  $j$ -й об'єкт,  $N_j$  – відсоткову ставку за кредитом, а  $t_j$  – термін кредитування. Рівень ризику пов'язаний з параметрами  $P_j$  та  $t_j$  за допомогою функції ризику. Ця формула кількісно описує взаємозв'язки між цими параметрами.

На практиці банки часто стикаються з проблемою визначення оптимальної процентної ставки для довгострокових кредитів. Незважаючи на те, що існує загальне розуміння, що довші терміни кредитування несуть в собі більші ризики, точні методи оцінки цих ризиків і їх впливу на вартість кредиту залишаються предметом подальших досліджень.

Отримаємо кількісні рішення цього питання для досліджуваного банку АТ КБ «ПриватБанк» за допомогою застосування формули (3.27).

Строк надання кредиту  $t_j$  двояко впливає на доходність операції: із збільшенням  $t_j$  зростає майбутня вартість ресурсів, що однаково корисно як для кредитора, так і для позичальника. Цей процес регулюється за допомогою ставки дисконту  $I$ , з іншого боку, із збільшенням  $t_j$  зростає значення функції ризику, що негативно відбивається на кредиторіві.

Зафіксуємо рівень доходності  $F_j$  кредиту на строк  $t_j = 1$  і вважатимемо його нормативним. При цьому величина процентної ставки  $N_j$  регламентується співвідношенням, яке визначається рівнянням [40, 42]:

$$N_j = \frac{F_j^*}{x_j} e^{-\{t_j [1+x_j \ln(1-P_j)]\}}. \quad (3.31)$$

Для встановлення характеру залежності  $F_j$  від часу надання кредиту розглянемо залежність  $F_j(t_j)$  при значеннях параметрів надання кредитного ресурсу, показаних у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Ефективність кредитування в залежності від строку кредитування для АТ КБ «ПриватБанк» (залежність  $F_j(t_j)$ )

Варіант	Значення параметрів	Строк кредитування, років ( $t_j$ )				
		0,1	0,5	1	2	3
1	2	3	4	5	6	7
1	$P_j = 0,1$ $N_j = 0,2$ $X_j = 5$	0,958	0,806 $X_{opt} = 18,95$	0,652 $X_{opt} = 9,498$	0,385 $X_{opt} = 4,73$	0,278 $X_{opt} = 3,155$
2	$P_j = 0,1$ $N_j = 0,2$ $X_j = 10$	3,636	2,484 $X_{opt} = 18,95$	1,54 $X_{opt} = 9,498$	0,592 $X_{opt} = 4,73$	0,246 $X_{opt} = 3,155$
3	$P_j = 0,2$ $N_j = 0,4$ $X_j = 10$	3,232	1,37 $X_{opt} = 8,98$	0,472 $X_{opt} = 4,48$	0,168 $X_{opt} = 2,24$	0,007 $X_{opt} = 1,494$
4	$P_j = 0,1$ $N_j = 0,4$ $X_j = 20$	6,544	2,84 $X_{opt} = 18,95$	1,07 $X_{opt} = 9,498$	0,143 $X_{opt} = 4,73$	0,008 $X_{opt} = 3,155$
5	$P_j = 0,01$ $N_j = 0,2$ $X_j = 5$	1,16	1,005 $X_{opt} = 1000$	1,025 $X_{opt} = 200$	1,05 $X_{opt} = 100$	1,1 $X_{opt} = 50$
6	$P_j = 0,02$ $N_j = 0,2$ $X_j = 5$	0,97	1 $X_{opt} = 495$	1 $X_{opt} = 99$	0,99 $X_{opt} = 49,5$	0,98 $X_{opt} = 24,75$
7	$P_j = 0,05$ $N_j = 0,2$ $X_j = 5$	0,625	0,985 $X_{opt} = 195$	0,924 $X_{opt} = 39$	0,855 $X_{opt} = 19,5$	0,731 $X_{opt} = 8,76$

*Джерело: сформовано автором за результати моделювання*

У таблиці 3.6:  $P_j$  – загроза зменшення ресурсів;

$N_j$  – віддача від інвестицій на одиницю вкладених коштів;

$x_j$  – фінансування проєкту.

При розрахунках в таблиці 3.6 прийнято  $I = 0,1$ .

На рис. 3.4 побудовані графіки залежності  $F_j(t_j)$  за допомогою Microsoft Excel при значеннях параметрів, вказаних у таблиці 3.6

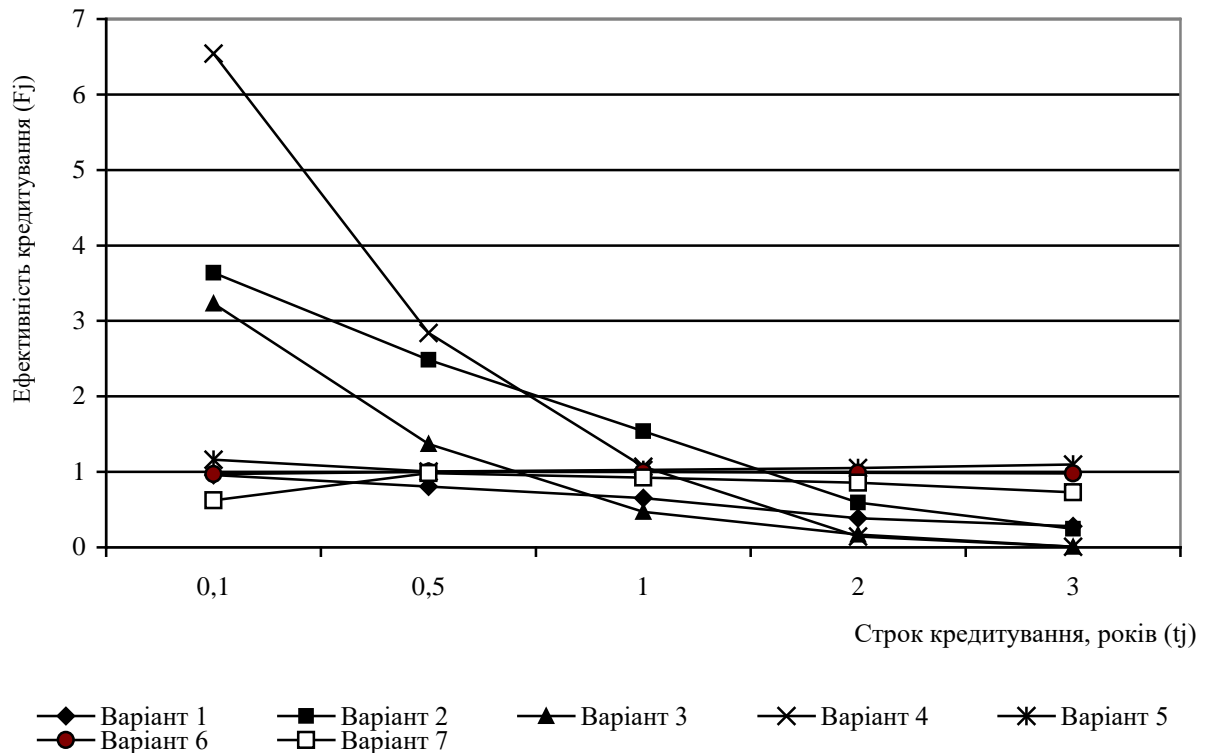


Рисунок 3.4 – Графік залежності ефективності кредитування від строку надання кредиту для АТ КБ «ПриватБанк» (графік залежності  $F_j(t_j)$ )

*Джерело: сформовано автором за результати моделювання засобами Microsoft Excel*

За характером визначеної залежності можна зробити такі висновки:

- криві ефективності різко знижують свої значення із зростанням  $t_j$ .
- Особливо суттєво це проявляється при більших значеннях функції ризику;
- ефективність надання ресурсів банком при більших значеннях часу надання ( $t_j > 3$ ) практично зводиться до нуля навіть при не дуже великих значеннях ризику (0,1 на рік) (рис. 3.4);

– використання постійного значення процентної ставки за кредитами без урахування часу надання кредиту повністю невиправдане навіть при короткострокових (0,1 року) і середньострокових (0,5 року) кредитах;

– тривалість надання кредиту набагато сильніше впливає на ефективність, ніж розмір наданого кредиту. Скажімо, при  $t_j > 2$  роки вдвічі більший за обсягом кредит сплачується не набагато більше, ніж вдвічі менший;

– при наданні середньострокових і довгострокових кредитів банк повинен або значно підвищувати процентну ставку оплати, або надавати їх високонадійним позичальникам, для яких значення ризику втрати ресурсів не перевищує ймовірності 0,01-0,02 на рік. Навіть при рівні ризику втрати ресурсу 0,05 на рік із збільшенням строку кредитування ефективність надання кредиту при  $t_j = 3$  роки знижується більш, ніж на третину.

Якщо очікувана ефективність надання довгострокового кредиту ( $F_j(t_j)$ ) визначена і відомі час  $t_j$  та ймовірність втрати ресурсу протягом року ( $P_j$ ), процентна ставка може бути визначена за формулою (3.31).

Запропоновані моделі дозволяють здійснити оптимальний розподіл банківських ресурсів, що забезпечить підвищення ефективності прийняття інвестиційних рішень.

### 3.3 Структурно-логічна характеристика результатів дослідження

У цьому підрозділі представлена схема, що відображає послідовність отримання та застосування результатів дослідження (рис. 3.5).

Дослідження дозволило отримати три види результатів: теоретичні розробки, результати аналізу даних та практичні висновки, підтверджені експериментально.

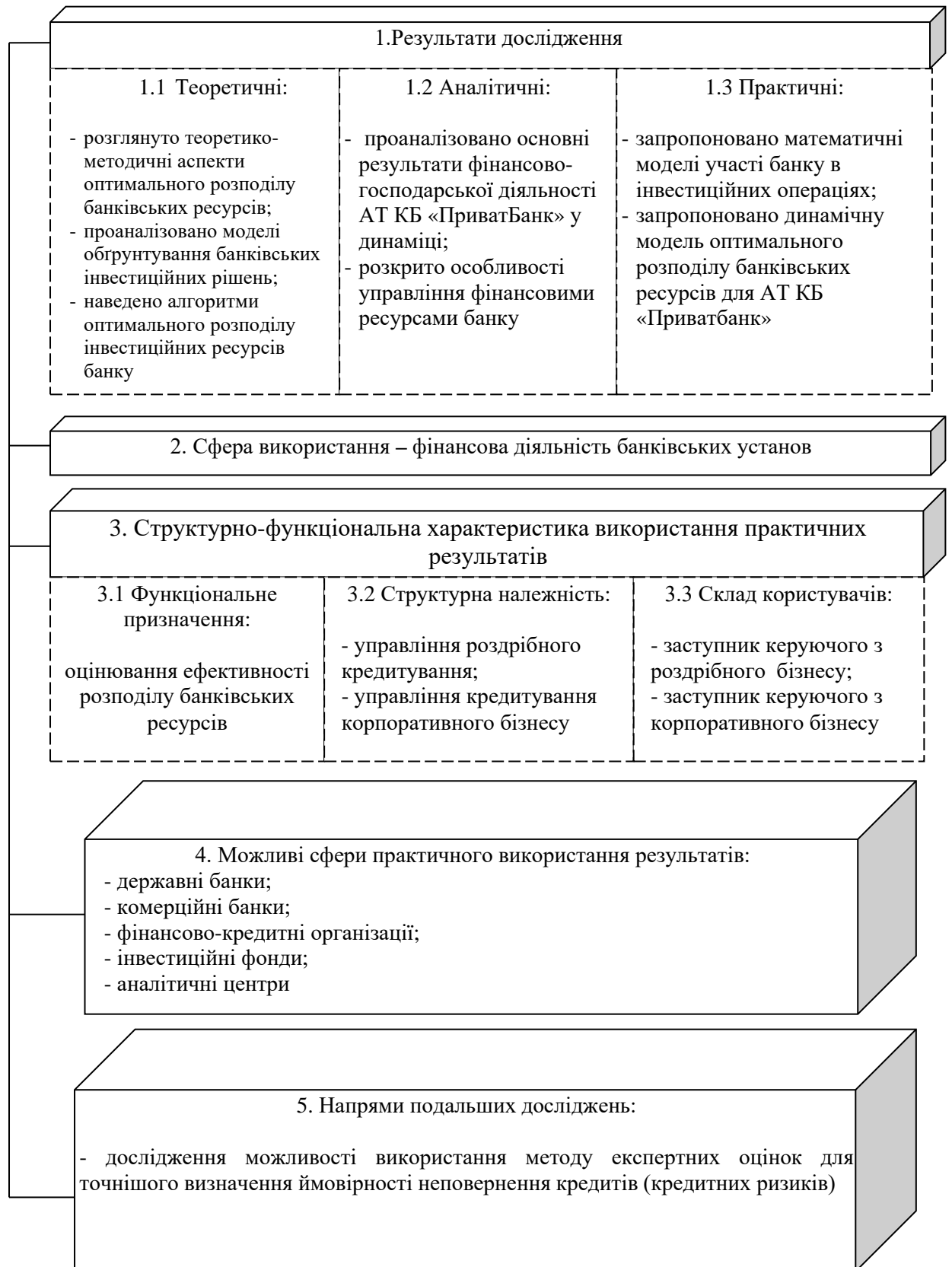


Рисунок 3.5 – Структурно-логічна характеристика результатів дослідження

*Джерело: сформовано автором*

У результаті теоретичних досліджень у роботі: розглянуто теоретико-методичні аспекти оптимального розподілу банківських ресурсів; проаналізовано моделі обґрунтування банківських інвестиційних рішень; проаналізовано алгоритми оптимального розподілу ресурсів банку між об'єктами інвестування.

В аналітичному розділі роботи: проаналізовано основні результати фінансово-господарської діяльності АТ КБ «ПриватБанк» у динаміці; розкрито особливості управління фінансовими ресурсами банку.

У межах практичних результатів досліджень: запропоновано математичні моделі участі банку в інвестиційних операціях; запропоновано динамічну модель оптимального розподілу банківських ресурсів для АТ КБ «ПриватБанк».

Сферою використання запропонованих у роботі розробок є фінансова діяльність банківських установ.

У межах структурно-функціональної характеристики використання практичних результатів наведено:

- функціональне призначення (оцінювання ефективності оптимального розподілу банківських ресурсів за умов ризику);
- структурна належність (управління роздрібного кредитування; управління кредитування корпоративного бізнесу);
- склад користувачів (заступник керуючого з роздрібного бізнесу; заступник керуючого з корпоративного бізнесу, начальники відповідних управлінь).

Як можливі сфери практичного використання результатів визначено такі: комерційні банки; державні банки; фінансово-кредитні організації; інвестиційні фонди; аналітичні центри.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вивчення можливості використання методу експертних оцінок для точнішого визначення ймовірності неповернення кредитів (кредитних ризиїв).

## ВИСНОВКИ

У результаті проведених досліджень можна зробити такі висновки.

У першому розділі роботи наведено теоретико-методичні аспекти оптимального розподілу банківських ресурсів. Проаналізовано моделі обґрунтування банківських інвестиційних рішень.

Інвестиційна діяльність комерційного банку – це реалізація найбільш ефективної форми вкладення капіталу, спрямованого на розширення економічного потенціалу об'єкта інвестування.

Основним мотивом, що стимулює інвестора до вкладення інвестиційних ресурсів, є отримання плати за інвестиції. Головною умовою своєчасного повернення вкладених ресурсів і плати за них є отримання інвестиційного прибутку. При визначенні плати за інвестиції необхідно враховувати:

- очікуваний обсяг інвестиційного прибутку;
- особливості інвестиційної політики;
- механізм витрат при інвестуванні і складові цих витрат.

Проаналізовано показники, що використовуються для оцінки економічної ефективності інвестиційних проєктів: чиста поточна вартість, внутрішня норма окупності, термін окупності, індекс прибутковості.

При визначенні доцільності інвестування застосовуються різні моделі, в тому числі й імітаційні, моделі внутрішньофірмового планування і прогнозування, моделі бізнес-планування.

У дослідженнях, що проведено, на перший план висувалася задача визначення прибутковості інвестиційного проєкту (ІП).

Задача визначення прибутковості ІП є основною, але не єдиною. У загальному випадку в процесі дослідження інвестиційної діяльності банк повинен вирішувати цілий ряд задач обґрунтування основних рішень у галузі інвестиційної діяльності.

Для вирішення цих задач банком можуть бути використані різні моделі і методи. Якість аналізу визначається рівнем складності модельних досліджень. У тих банках, які мають спеціальні підрозділи для такої діяльності, ці моделі постійно використовуються і вдосконалюються. Крім того, при розробці великих інвестиційних проєктів банки можуть створювати тимчасові групи аналізу розвитку ІІІ спільно з об'єктами, що отримують інвестиції. Спільні рішення дозволяють не лише розподілити витрати на дослідження, а й сприяють кращому отриманню початкових даних для досліджень, основна частина яких визначається на об'єкті інвестування. За цих умов можуть бути виконані детальні дослідження з прогнозування результатів вкладення інвестиційних ресурсів на конкретних об'єктах. Для проведення детальних досліджень можуть бути використані імітаційні моделі.

Імітаційні моделі відображають будь-які процеси, що потребують досліджень. Процес функціонування складної системи можна розглядати як послідовну зміну її станів, що описується характеристиками в  $n$ -мірному просторі. Задачею моделювання процесу функціонування об'єкта є побудова моделювальних функцій і обчислення детермінованих і випадкових величин, що до них входять. Імітаційні моделі застосовують у тих випадках, коли аналітичні способи дослідження моделі відсутні.

При моделюванні динамічних систем і їх функціонуванні протягом заданого періоду часу відтворюються характеристики моделі системи або через рівні інтервали часу, або із змінним часовим кроком. Це дозволяє заощадити час на виконання процесу моделювання.

Реалізуючи стратегію і тактику інвестиційної діяльності, банк має вирішувати такі завдання:

- формування портфеля замовлень на інвестиції;
- визначення прибутковості і рівня ризику інвестування конкретного об'єкта;
- розподіл інвестиційних ресурсів банку між об'єктами, що звертаються до банку за отриманням інвестицій;

- безперервне супроводження інвестиційних угод до їх повного завершення;

- залучення інвестиційних ресурсів.

Перелічені задачі складні, багатопланові і динамічні.

Тому доцільно весь комплекс задач охопити імітаційною моделлю, укрупнена схема якої представлено графічно. Більш детально імітаційну модель реалізації блоку 2 представлено теж графічно.

Також у даному розділі розглянуто систему показників доходності комерційного банку.

Базовим показником для оцінки успішності роботи банку є чистий процентний дохід (Рчпд), який розраховується як різниця процентних доходів і витрат за відповідний період.

Інтегрований підхід є ключовим для досягнення оптимального балансу між прибутковістю та ризиком у банківській діяльності. Оскільки ці два фактори тісно пов'язані, пошук цього балансу є основним завданням банківського менеджменту в сучасному конкурентному середовищі

Під час огляду літературних джерел проаналізовано властивості моделі оптимального розподілу ресурсів між об'єктами інвестування.

Існуючі алгоритми розподілу обмежених ресурсів відрізняються досить складною реалізацією, що обмежує кількість варіантів при аналізі.

У другому розділі проаналізовано використання фінансових ресурсів АТ КБ «ПриватБанк».

Наведено організаційну структуру банку.

Для проведення аналізу результатів фінансово-господарської діяльності АТ КБ «ПриватБанк» використано балансові звіти за 2021-2023 роки.

Графічно представлено динаміку основних результатів фінансово-господарської діяльності банку.

Проаналізовано особливості управління фінансовими ресурсами банку.

Управління банківськими ресурсами – це комплекс заходів, спрямованих на ефективне залучення коштів від вкладників та інших

кредиторів, а також на оптимальне розміщення цих коштів з метою отримання максимальної прибутковості при мінімальних ризиках.

Ресурсами для здійснення активних операцій АТ КБ «ПриватБанк» є його власні та залучені кошти. Серед них слід виокремити такі головні: капітал банку; кошти фізичних і юридичних осіб на депозитних рахунках; кошти на поточних рахунках клієнтів; кошти від реалізації боргових цінних паперів; ресурси залучені на міжбанківському ринку.

Протягом 2021-2023 років спостерігалась стійка тенденція зростання частки депозитів фізичних та юридичних осіб у загальному обсязі залучених коштів АТ КБ «ПриватБанк», що свідчить про успішну реалізацію банком депозитної політики та високу довіру клієнтів.

Управління ресурсами банку на мікрорівні передбачає діяльність, спрямовану на залучення коштів вкладників у визначених обсягах та пропорціях, а також їх раціональне розміщення. Головною метою управління ресурсним потенціалом банківської установи є досягнення максимальної ефективності у використанні фінансових ресурсів шляхом проведення збалансованої політики у сфері активів і пасивів.

У третьому розділі роботи запропоновано економіко-математичну модель розподілу банківських ресурсів з урахуванням ризику.

Побудовано алгоритм оптимального розподілу банківських операцій.

Алгоритми розподілу в банківській діяльності розповсюджені дуже широко і постійно застосовуються при розв'язанні різноманітних задач.

Комерційні банки можуть виступати як інвестори самостійно або як посередники, але в обох випадках банк бере на себе відповідальність за ефективність реалізації проєкту. Необхідність розподілу наявних ресурсів виникає в комерційному банку і в його повсякденній поточній діяльності. Це стосується, в першу чергу, функцій стратегічного і оперативного планування банківської діяльності, динаміки капіталізації банку.

Найбільшу питому вагу серед активних операцій комерційного банку становлять кредитні операції. Як і будь-яка комерційна організація, банк має на меті максимізувати свій дохід, працюючи в умовах ризику. Тому для

розв'язання задачі оптимального розподілу ресурсів між різними видами його діяльності, різними клієнтами необхідно обрати критерій оцінки активної операції до здійснення її банком, з тим, щоб такий розподіл відбувався не лише з метою максимізації доходу, а й з урахуванням реального ризику операції.

Запропоновано динамічну модель розподілу банківських ресурсів з урахуванням ризику для АТ КБ «ПриватБанк».

Запропонована у роботі модель дозволяє визначити розподіл банком ресурсів між інвестиційними проектами залежно від їх прибутковості і ступеня ризику.

Розраховано ефективність кредитування в залежності від строку кредитування для АТ КБ «ПриватБанк».

Побудовані графіки залежності ефективності кредитування від строку кредитування при різних значеннях параметрів.

Також у даному розділі наведена структурно-логічна характеристика отримання та використання результатів дослідження.

Основні наукові результати дослідження опубліковані у роботах [46, 47].

У додатку А наведено копії опублікованих праць за темою роботи.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Петрук А. О. Фінансова стабільність комерційних банків із урахуванням операцій з похідними фінансовими інструментами: монографія; Держ. ун-т «Житомир. політехніка». Житомир: Рута, 2024. 303 с.
2. Центральний банк і монетарна політика: підручник / [Приказюк Н. В. та ін.]; за ред. Н. В. Приказюк. Київ: Ямчинський О. В. [вид.], 2021. 377 с.
3. Романенко Є. О., Богданенко А. І. Стратегія Національного банку України «Фінансова фортеця України». Понятійно-термінологічний словник: навч. посіб. Київ: Ліра-К, 2023. 423 с.
4. Бондарчук М. К., Мороз Н. В., Сергєєв О. М. Банківництво: термінологічний українсько-англійський словник; Нац. ун-т «Львів. політехніка». Львів: Галиц. вид. спілка, 2024. 174 с.
5. Банківська система: навч. посіб. для здобувачів закл. вищ. освіти / [О. В. Крилова та ін.]. Дніпро: Пороги, 2020. 323 с.
6. Банківська система: підручник / [М. Крупка та ін.; за ред. М. Крупки]; Львів. нац. ун-т ім. Івана Франка. 2-ге вид., перероб. і допов. Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2023. 522 с.
7. Мельник С. І., Шевченко Н., Висоцька І. Банківська система: навчальний посібник у схемах і таблицях; Львів. держ. ун-т внутр. справ. Львів: Львів. держ. ун-т внутр. справ, 2023. 182 с.
8. Рудевська В. І. Бізнес-архітектура банківського сектору в забезпеченні зростання економіки країни: теорія, методологія і практика: монографія. Київ: Автограф, 2021. 235 с.
9. Благун І. І. Банківська система України в умовах турбулентності фінансового ринку: теорія, методологія, практика: монографія; ДВНЗ

«Прикарпат. держ. ун-т ім. Василя Стефаника». Івано-Франківськ: ДВНЗ «Прикарп. нац. ун-т ім. Василя Стефаника», 2020. 363 с.

10. Ушакова О. А. Банківські операції: навч. посіб.; Нац. ун-т вод. госп-ва та природокористування, Відокремл. структур. підрозділ «Рівнен. фах. техн. коледж Нац. ун-ту вод. госп-ва та природокористування. Рівне: НУВГП, 2021. 226 с.

11. Банківські операції: в схемах, таблицях, коментарях: навч. посіб. / уклад.: О. М. Гладчук, І. Я. Ткачук, В. М. Харабара; Чернівець. нац. ун-т ім. Юрія Федьковича. Чернівці: Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича: Рута, 2020. 207 с.

12. Радова Н. В. Достатність капіталу у забезпеченні фінансової стабільності діяльності банків України. *Науковий вісник Одеського національного економічного університету*. 2021. № 11-12. С. 56-67.

13. Антонюк О. Л. Сучасний інструментарій оцінювання достатності банківського капіталу. *Науковий вісник Одеського національного економічного університету*. 2021. № 1-2. С. 12-18.

14. Financial Management and Analysis. Second Edition / Frank J. FRANK J. Fabozzi, Pamela P. Peterson. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2003. 1008 p.

15. Вітлінський В.В. Моделювання економіки: навч. посібник / В.В. Вітлінський. К.: КНЕУ, 2003. 408 с.

16. Вітлінський В. В., Великоіваненко Г. І. Моделювання економіки: навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисципліни. Київський національний економічний ун-т. К.: КНЕУ, 2005. 306 с.

17. Stepanenko S., Vlasenko T. Risk management of organizational changes implementation based on the project approach methodology. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Економічні науки*. 2021. № 1. (290). С. 171-175.

18. Про банки і банківську діяльність: Закон України від 20 вересня 2001 року № 2740 – III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2121-14#Text>

19. Батрак О. В., Вінник А. О. Порівняльний аналіз антикризової та фінансової стійкості банків: визначення специфіки управління *European scientific journal of economic and financial innovation*. 2024. № 1. С. 148-156.

20. Казіміров М. А. Аналіз науково-практичних підходів попередження неплатоспроможності банків. *Економічний простір*. 2024. № 190. С. 410-415.

21. Мещеряков А. А. Економіка банку: навч. посіб.; Ун-т митної справи та фінансів. Дніпро: УМСФ, 2020. 182 с.

22. Орлов М. С. Організація і методика стрес-тестування ризиків банківської діяльності. *Економіка. Фінанси. Право*. 2024. № 8. С. 64-69.

23. Савіна Н. Б., Капраль О. Р. Банківська сфера як активатор інвестиційної політики держави: монографія; Нац. ун-т вод. госп-ва та природокористування, Нац. ун-т «Львів. політехніка». Львів: Галич-Прес, 2020. 250 с.

24. Скаско О. І., Сарахман О. М., Рябкова О. В. Фінансовий облік у банках: навч. посіб. для студентів ВНЗ; Нац. ун-т «Львів. політехніка». Львів: НУ «ЛП»: Левада, 2023. 254 с.

25. Фурсова В. А., Бондар Н. О. Облік у банках: навч. посіб. до практич. занять; Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т». Харків: ХАІ, 2021. 51 с.

26. Швабій К. І., Німак Я. О. Оцінка адміністрування податку на прибуток комерційних банків: аналіз та рекомендації. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука»*. 2023. № 20. С. 33-39.

27. Шевцова О. Й. Стратегія управління фінансовою безпекою банку. *Науковий вісник Одеського національного економічного університету*. 2022. № 8. С. 65-70.

28. Шульга Н. П. Банківський контролінг. Практикум: навч. посіб.; Держ. торг.-екон. ун-т. Київ: Держ. торг.-екон. ун-т, 2024. 271 с.

29. Барна М. Ю., Руцишин Н. М. Розвиток банківської системи України у контексті державної політики відновлення економічного зростання: монографія. Львів: Растр-7, 2022. 407 с.

30. Коваленко В. В. Достатність капіталу банків: сучасні виміри та подальші розвідки. *Вісник соціально-економічних досліджень*. 2022. № 1-2. С. 77-94.

31. Коваленко В. В. Управління корпоративним клієнтським портфелем банку. *Вісник соціально-економічних досліджень*. 2024. № 1-2. С. 76-91.

32. Сергєєва О. С. Фінансовий контролінг в управлінні операційним ризиком в банках. *Науковий вісник Одеського національного економічного університету*. 2021. № 11-12. С. 75-81.

33. Валько Н. В., Кузьмич Л. В., Савченко О. Г. Економіко-математичне моделювання. Практикум: навч.-метод. посіб.; Херсон. держ. ун-т. Херсон: Айлант, 2019. 139 с.

34. Вовченко О. С., Єгоричева С. Б. Фінансова стабільність банків в умовах динамічного макроекономічного середовища: монографія; ВНЗ Укоопспілки «Полтав. ун-т економіки і торгівлі» (ПУЕТ). Полтава: ПУЕТ, 2021. 232 с.

35. Волкова Н. І., Бойко В. М. Фінансова стійкість банку: оцінка, моделювання та прогнозування. *Науковий вісник Одеського національного економічного університету*. 2021. № 9-10. С. 52-59.

36. Демчишак Н., Щуревич О., Георгієвська О. Банківське проектне фінансування в умовах макроекономічної нестабільності в Україні. *Світ фінансів*. 2020. Вип. 3. С. 126-138.

37. Жердецька Л. В. Оцінка ефективності інвестиційної діяльності банків України на фондовому ринку. *Науковий вісник Одеського національного економічного університету*. 2021. № 9-10. С. 11-17.

38. Король М. М. Функціонування банківських систем у глобальному економічному просторі: монографія; Держ. ВНЗ «Ужгород. нац. ун-т». Ужгород: Говерла, 2020. 426 с.

39. Моделювання економічної динаміки: навч. посібник / Г.В. Лавінський, О.С. Пшенишнюк, С.В. Устенко, О.Д. Шарапов. К.: Атіка, 2012. 276 с.

40. Нікітін А. В. Ситуаційне моделювання банківської діяльності: навч. Посібник. Київський національний економічний ун-т ім. Вадима Гетьмана. 2. вид., переробл. та доп. К.: КНЕУ, 2010. 152 с.

41. Полозова Т. В., Степаненко С. В., Мурзабулатова О. В., Городецька Т. Е. Теоретичні засади формування та розвитку фондового ринку України. *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2023. Том. 8. № 1. С. 260-265.

42. Порохня В. М. Моделювання економіки. Запорізька держ. інженерна академія. Запоріжжя: ЗДІА, 2011. 382 с.

43. Скоробогатова Н. Є. Інвестування: навчальний посібник для самостійного вивчення дисципліни; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 1,19 Мбайт). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2022. 147 с.

44. Томарович Т. В., Азаренкова Г. М. Концептуальні основи механізму управління фінансовими потоками банку в сучасних умовах. *Науковий вісник Одеського національного економічного університету*. 2021. № 3-4. С. 54-58.

45. Фінансовий менеджмент у банку: навч. посіб. для здобувачів вищ. освіти / [Т. О. Журавльова та ін.]. Дніпро: Пороги, 2021. 359 с.

46. Полозова Т. В., Гурєєва К. А., Мар'єнко О. М. Методи оцінки ефективності інвестиційних проєктів. *Сучасні стратегії економічного розвитку: наука, інновації та бізнес-освіта*. Матеріали IV Міжнародної

науково-практичної конференції (м. Харків, 1 листопада 2023 р.) / За заг. ред. д.е.н., проф. Т.В. Полозової. Харків. ХНУРЕ. 2023. С. 69-71.

47. Степаненко С. В., Леоненко О. В., Мар'єнко О. М., Красномоєць Г.О. Теоретико-методичні аспекти оцінки прибутковості та оптимального розподілу банківських ресурсів. Сталий економічний розвиток: інноваційні підходи та стратегічні перспективи: колективна монографія / За заг. ред. д.е.н., проф. Т. В. Полозової. Харків: ХНУРЕ, 2024. С. 354-364.