

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Фізико-математичний факультет  
Кафедра диференціальних рівнянь

До захисту допущено  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Клесов О.І.  
(підпис)

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2017 р.

## Дипломна робота

**освітньо-кваліфікаційного рівня «спеціаліст»**

зі спеціальності 111 , математика, математик

на тему: «Математична модель для розв`язування задач оптимізації банківських операцій»

Виконала: студентка VI курсу, групи ОМ-61с

\_\_\_\_\_ Бутко Анна Олександрівна \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник: доцент канд. точн. наук Іваненко Т.В. \_\_\_\_\_  
(підпис)

Рецензент: доцент кандидат фіз.-мат. наук Рудоміно-Дусятська І. А. \_\_\_\_\_  
(підпис)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі  
немає запозичень з праць інших авторів  
без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2017 року

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»**

Фізико-математичний факультет  
Кафедра математичного аналізу та теорії ймовірностей  
Освітньо-кваліфікаційний рівень – «спеціаліст»  
Спеціальність 111, математика, математик

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Клесов О.І.  
(підпис)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**

**на дипломну роботу студенту**

Бутко Анна Олександрівна

1. Тема роботи «Математична модель для розв'язування задач оптимізації банківських операцій»,

керівник роботи Іваненко Т.В., канд. точн. наук, доцент,

затверджені наказом по університету від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. № \_\_\_\_\_

2. Термін подання студентом роботи 21.12.2017

3. Зміст роботи розробка математичної моделі формування банком оптимального кредитного та інвестиційного портфелів, яка дозволяє одночасно мінімізувати ризик та максимізувати прибуток банку

4. Дата видачі завдання 01.09.2017

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Постановка задачі та плану роботи	1.09-8.09	
2	Робота з літературою, вивчення основних понять про кредитний та інвестиційний портфель	11.09-29.09	
3	Розробка математичної моделі, проведено дослідження	1.10-25.10	
4	Аналіз виконаної роботи, та зроблені висновки	26.10-30.11	
5	Оформлення дипломної роботи	1.12-8.12	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Бутко А.О.

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Іваненко Т.В

# Реферат

Дипломна робота: 54с., 14 першоджерел.

В дипломній роботі розглянуто математичні моделі для розв'язування задач оптимізації кредитного та інвестиційного портфелів банку з метою максимізації їхньої прибутковості та мінімізації ризику . Для побудови математичної моделі було використано задачі лінійного програмування, які розв'язуються симплекс-методом.

Проведено розрахунки , за результатами розв'язання задачі було сформульовано висновки щодо формування оптимальної структури кредитного та інвестиційного портфелів.

## Реферат

Дипломная работа: 54с., 14 первоисточников.

В дипломной работе рассмотрены математические модели для решения задач оптимизации кредитного и инвестиционного портфелей банка с целью максимизации их доходности и минимизации риска. Для построения математической модели были использованы задачи линейного программирования, которые решаются симплекс-методом.

Проведены расчеты, по результатам решения задачи были сформулированы выводы по формированию оптимальной структуры кредитного и инвестиционного портфелей.

## **Abstract**

Thesis: 54p. 14 sources.

In the thesis the mathematical models for solving problems of optimization of bank's loan and investment portfolios are considered in order to maximize their profitability and minimize the risk. To construct mathematical models, linear programming problems were used, which are solved by the simplex method.

The calculations were made, according to the results of the problem solving, conclusions were formulated on the formation of the optimal structure of credit and investment portfolios.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1.ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ	
1.1.    Сутність симплекс методу.....	9
1.2.    Основні принципи здійснення банками активних операцій.....	20
РОЗДІЛ 2. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ БАНКОВСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	
2.1.    Показники активних та пасивних операцій за 2016 рік на прикладі Райффайзен Банк Аваль .....	25
2.2.    Розв’язання задачі оптимізації кредитного портфелю банку.....	28
2.3.    Розв’язання задачі оптимізації інвестиційного портфелю банку.....	37
РОЗДІЛ 3.ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ БАНКА	
3.1.    Шляхи удосконалення процесу кредитування комерційних банків	
3.2.    Шляхи удосконалення процесу інвестування комерційних банків.	
ВИСНОВКИ.....	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	51
ДОДАТКИ.....	53

## ВСТУП

Актуальність теми дослідження підтверджується процесом очищення банківської системи, що наразі триває в Україні, коли комерційні банки, що працюють неефективно, змушені залишати ринок. Тому особливу увагу менеджмент банку має приділити оптимізації банківських операцій. Основними операціями, що забезпечують прибуток банку, є кредитні та інвестиційні. Дипломний проект присвячений розробці математичних моделей оптимізації структури кредитного та інвестиційного портфелів банку з метою підвищення прибутку банку та одночасного зниження рівня ризикованості таких операцій. За допомогою постановки та розв'язання задач математичного програмування було визначено оптимальну структуру кредитного та інвестиційного портфелів банку, які забезпечують достатню диверсифікованість розміщення активів та виконують постановлені вимоги з лімітування окремих напрямків вкладень, у результаті того забезпечується допустимий рівень ризику та прийнятна рентабельність активних операцій.

Проблемам кредитної діяльності банків присвячували свої праці О.Терещенко[8], І.Волошин[1], Т.Іваненко[4] та інші. Аналіз їхніх наукових праць свідчить про різноманітність підходів до проблеми зниження кредитного ризику банку та підвищення його прибутковості. Зокрема дослідники пропонують порядок розрахунку вартості кредиту, методи оцінки кредитоспроможності позичальника, методи визначення резервів за кредитними операціями, розглядають практичні аспекти роботи з проблемними позичальниками тощо. Проте в науковій літературі залишається поза увагою такий спосіб зниження ризику та максимізації прибутку банку, як оптимізація структури кредитного портфелю. При цьому структурувати портфель можна за ознаками категорії позичальників, строковості кредитів, доходності, галузі економіки тощо.

Об'єктом дослідження виступає комерційний банк, його кредитний та інвестиційний портфелі, предметом - оптимізація даних портфелів з огляду максимізації прибутку та мінімізації ризику.

Метою дослідження є розробка математичної моделі формування банком оптимального кредитного та інвестиційного портфелів, яка дозволяє одночасно мінімізувати ризик та максимізувати прибуток банку.

Відповідно до поставленої мети було вирішено наступні завдання:

1. Розроблено математичні моделі для оптимізації кредитного та інвестиційного портфелів, а саме:
  - 1.1. Визначено цільові функції;
  - 1.2. Задано системи обмежень.
2. Проведено розрахунки та отримано результати.
3. На підставі отриманих результатів сформульовано висновки та рекомендації банку для покращення структури кредитного та інвестиційного портфелів.



## РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ

### 1.1 Сутність симплекс-методу

Графічний метод для визначення оптимального плану задач лінійного програмування доцільно застосовувати лише для задач із двома змінними. За більшої кількості змінних необхідно застосовувати інший метод. З властивостей розв'язків задачі лінійного програмування відомо: оптимальний розв'язок задачі має знаходитись в одній з кутових точок багатогранника допустимих розв'язків. Тому найпростіший спосіб відшукування оптимального плану потребує перебору всіх кутових точок (допустимих планів задачі, які ще називають опорними). Порівняння вершин багатогранника можна здійснювати тільки після відшукування якоїсь однієї з них, тобто знайшовши початковий опорний план. Кожний опорний план визначається системою  $m$  лінійно незалежних векторів, які містяться в системі обмежень задачі з  $n$  векторів.

Отже, загальна кількість опорних планів визначається кількістю комбінацій. Задачі, що описують реальні економічні процеси, мають велику розмірність, і простий перебір всіх опорних планів таких задач є дуже складним. Тому необхідне використання методу, який уможливилював би скорочення кількості обчислень. 1949 року такий метод був запропонований американським вченим Дж. Данцігом — так званий симплексний метод, або симплекс-метод[6].

Ідея цього методу полягає в здійсненні спрямованого перебору допустимих планів у такий спосіб, що на кожному кроці здійснюється перехід від одного опорного плану до наступного, який за значенням цільової функції був би хоча б не гіршим за попередній. Значення функціонала при переході змінюється в потрібному напрямку: збільшується (для задачі на максимум) чи зменшується (для задачі на мінімум).

Процес розв'язання задачі симплекс-методом має ітераційний характер: однотипні обчислювальні процедури (ітерації) повторюються у певній



$A_1, A_2, \dots, A_m$ - лінійно незалежні одиничні вектори  $m$  – вимірного простору, що утворюють одиничну матрицю і становлять базис цього простору. Тому в розкладі (1.5) базисними змінними будуть  $x_1, x_2, \dots, x_m$ , а інші змінні — вільні. Прирівняємо всі вільні змінні до нуля, тобто  $x_{m+1} = 0, x_{m+2} = 0, \dots, x_n = 0$ . Оскільки  $b_j \geq 0 (j = \overline{1, m})$ , а вектори  $A_1, A_2, \dots, A_m$ - одиничні, то отримаємо один із розв'язків системи обмежень (1.3):

$$X_0 = (x_1 = b_1, x_2 = b_2, \dots, x_m = b_m, x_{m+1} = 0, x_n = 0) \quad (1.6)$$

тобто допустимий план.

Такому плану відповідає розклад

$$x_1 A_1 + x_2 A_2 + \dots + x_m A_m = A_0 \quad (1.7)$$

де  $A_1, A_2, \dots, A_m$  лінійно незалежні вектори і за властивістю 3 розв'язків задачі лінійного програмування план  $X_0$  є кутовою точкою багатогранника розв'язків, а отже, може бути початковим опорним планом.

Перехід від одного опорного плану до іншого

Розглянемо, як, виходячи з початкового опорного плану (1.6), перейти до наступного опорного плану, що відповідає цілеспрямованому процесу перебору кутових точок багатогранника розв'язків.

Оскільки  $A_1, A_2, \dots, A_m$  є базисом  $m$ -вимірного простору, то кожен з векторів співвідношення (1.5) може бути розкладений за цими векторами базису, причому у єдиний спосіб:

$$A_j = \sum_{i=1}^m x_{ij} A_i, j = 1, 2, \dots, n.$$

Розглянемо такий розклад для довільного небазисного вектора, наприклад, для  $A_{m+1}$ :

$$x_{1.m+1} A_1 + x_{2.m+1} A_2 + \dots + x_{m.m+1} A_m = A_{m+1} \quad (1.8)$$

Припустимо, що у виразі (1.8) існує хоча б один додатний коефіцієнт  $x_{i.m+1}$ . Введемо деяку поки що невідому величину  $\theta > 0$ , помножимо на неї обидві частини рівності (1.8) і віднімемо результат з рівності (1.7). Отримаємо:

$$(x_1 - \theta x_{1,m+1})A_1 + (x_2 - \theta x_{2,m+1})A_2 + \dots + (x_m - \theta x_{m,m+1})A_m = A_{m+1} \quad (1.9)$$

Отже, вектор

$$X_1 = (x_1 - \theta x_{1,m+1}, x_2 - \theta x_{2,m+1}, \dots, x_m - \theta x_{m,m+1}, \theta, 0, \dots, 0)$$

є планом задачі у тому разі, якщо його компоненти невід'ємні. За допущенням  $\theta > 0$ , отже, ті компоненти вектора  $X_1$ , в які входять  $x_{i,m+1} \leq 0$ , будуть невід'ємними, тому необхідно розглядати лише ті компоненти, які містять додатні  $x_{i,m+1}$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ). Тобто необхідно знайти таке значення  $\theta > 0$ , за якого для всіх  $x_{i,m+1} > 0$ , буде виконуватися умова невід'ємності плану задачі:

$$x_i - \theta x_{i,m+1} \geq 0 \quad (1.10)$$

З (1.10) отримуємо, що для шуканого допущенням  $\theta > 0$  має виконуватися умова  $\theta \leq \frac{x_i}{x_{i,m+1}}$ . Отже, вектор  $X_1$  буде планом задачі, що задовольняє умову:

$$0 < \theta \leq \frac{x_i}{x_{i,m+1}},$$

де мінімум знаходимо для тих  $i$ , для яких  $x_{i,m+1} > 0$ . Опорний план не може містити більше ніж  $m$  додатних компонент, тому в плані  $X_1$  необхідно перетворити в нуль хоча б одну з компонент. Допустимо,  $\theta = \theta^* = \min \frac{x_i}{x_{i,m+1}}$ , що для деякого значення  $i$ , тоді відповідна компонента плану  $X_1$  перетвориться в нуль. Нехай це буде перша компонента плану, тобто:

$$\theta^* = \min \frac{x_i}{x_{i,m+1}} = \frac{x_1}{x_{1,m+1}}.$$

Підставимо значення  $\theta^*$  у вираз (1.9):

$$(x_1 - \frac{x_1}{x_{1,m+1}} x_{1,m+1})A_1 + (x_2 - \frac{x_1}{x_{1,m+1}} x_{2,m+1})A_2 + \dots + (x_m - \frac{x_1}{x_{1,m+1}} x_{m,m+1})A_m = A_{m+1},$$

якщо позначити,  $x_i - \frac{x_1}{x_{1,m+1}} x_{i,m+1} = x'_i$  ( $i = \overline{2, m}$ )  $\frac{x_1}{x_{1,m+1}} = x'_{m+1}$ , то рівняння

можна подати у вигляді:

$$x'_2 A_2 + x'_3 A_3 + \dots + x'_m A_m + x'_{m+1} A_{m+1} = A_0,$$

якому відповідає такий опорний план:

$$X_2 = (0; x'_2; x'_3; x'_m; x'_{m+1}; 0 \dots; 0).$$

Для визначення наступного опорного плану необхідно аналогічно продовжити процес: будь-який вектор, що не входить у базис, розкласти за базисними векторами, а потім визначити таке  $\theta^* \geq 0$ , для якого один з векторів виключається з базису.

Отже, узагальнюючи розглянутий процес, можемо висновувати: визначення нових опорних планів полягає у виборі вектора, який слід ввести в базис, і вектора, який необхідно вивести з базису. Така процедура відповідає переходу від одного базису до іншого за допомогою методу Жордана—Гаусса.

Необхідно зазначити, що для випадку, коли вектор  $A_{m+1}$  підлягає включенню в базис, а в його розкладі (1.8) всі  $x_{i,m+1} > 0$ , то, очевидно, не існує такого значення  $\theta > 0$ , яке виключало б один з векторів. У такому разі план  $X_1$  містить  $m+1$  додатних компонент, отже, система векторів  $A_1, A_2, \dots, A_m, A_{m+1}$  буде лінійно залежною і визначає не кутову точку багатогранника розв'язків. Функціонал не може в ній набирати максимального значення. Це означає, що функціонал є необмеженим на багатограннику розв'язків.

Симплексний метод уможливорює направлений перебір опорних планів, тобто перехід від одного плану до іншого, який є хоча б не гіршим від попереднього за значенням функціонала. Отже, окремим питанням стає вибір вектора, який необхідно вводити в базис при здійсненні ітераційної процедури симплексного методу.

Розглянемо задачу лінійного програмування (1.1)—(1.4). Допустимо, що вона має опорні плани і вони є невиродженими. Розглянемо початковий опорний план виду (1.6):

$$X_0 = (x_1 = b_1, x_2 = b_2, \dots, x_m = b_m, x_{m+1} = 0, x_n = 0) \quad (1.11)$$

та значення функціонала:

$$Z = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n = Z(X_0) \quad (1.12)$$

Кожен з векторів  $A_1, A_2, \dots, A_m$  можна розкласти за векторами базису, причому у єдиний спосіб:

$$x_{1j}A_1 + x_{2j}A_2 + \dots + x_{mj}A_m = A_j \quad (1.13),$$

тому такому розкладу відповідатиме і єдине значення функціонала:

$$Z_j = c_1x_{1j} + c_2x_{2j} + \dots + c_mx_{mj}, \quad (j = \overline{1, n}) \quad (1.14).$$

Позначимо через  $c_j$  коефіцієнт функціонала, що відповідає вектору  $A_j$ , та (їх називають оцінками відповідних векторів плану)  $(j = \overline{1, n})$ . Тоді справедливим є таке твердження (умова оптимальності плану задачі лінійного програмування): якщо для деякого плану  $X_0$  розклад всіх векторів  $A_j (j = \overline{1, n})$  у даному базисі задовольняє умову:

$$\Delta_j = Z_j - c_j \geq 0 \quad (1.15)$$

то план  $X_0$  є оптимальним розв'язком задачі лінійного програмування (1.1)-(1.4).

Аналогічно формулюється умова оптимальності плану  $X_0$  задачі на відшукування мінімального значення функціонала: якщо для деякого плану розклад всіх векторів  $A_j (j = \overline{1, n})$  у даному базисі задовольняє умову

$$\Delta_j = Z_j - c_j \leq 0 \quad (1.16),$$

то план  $X_0$  є оптимальним розв'язком задачі лінійного програмування.

Отже, для того, щоб план задачі лінійного програмування був оптимальним, необхідно і достатньо, щоб його оцінки  $\Delta_j = Z_j - c_j$  були невід'ємними для задачі на максимум та недодатними для задачі на мінімум. Умови оптимальності планів задач лінійного програмування є наслідками двох теорем. Скориставшись введеними в даному параграфі допущеннями та позначеннями, сформулюємо відповідні теореми, а також наведемо їх доведення.

**Теорема 1** Якщо для деякого вектора  $A_j$  виконується умова  $Z_j - c_j < 0$ , то план  $X_0$  не є оптимальним і можна відшукати такий план  $X$ , для якого виконуватиметься нерівність  $Z(X) > Z(X_0)$ .

**Доведення.** Помножимо (1.13) і (1.14) на  $\theta$  і віднімемо результати відповідно з (1.11) та (1.12). Отримаємо:

$$(x_1 - \theta x_{1j})A_1 + (x_2 - \theta x_{2j})A_2 + \dots + (x_m - \theta x_{mj})A_m + \theta A_j \quad (1.17)$$

$$\begin{aligned} & (x_1 - \theta x_{1j})c_1 + (x_2 - \theta x_{2j})c_2 + \dots + (x_m - \theta x_{mj})c_m + \theta c_j \\ & = Z(X_0) - \theta(Z_j - c_j) \end{aligned} \quad (1.18)$$

У співвідношенні (1.18) до обох частин додається величина  $\theta c_j$  для  $(j = \overline{1, n})$ . У (1.17)  $x_1, x_2, \dots, x_m$  додатні, тому завжди можна знайти таке  $\theta > 0$ , що всі коефіцієнти при векторах  $A_1, A_2, \dots, A_m, A_j$  були б невід'ємними, інакше кажучи, отримати новий план задачі виду:

$$X_1 = (x_1 - \theta x_{1j}; x_2 - \theta x_{2j}; \dots; x_m - \theta x_{mj}; \theta; 0; \dots; 0),$$

якому згідно з (1.17) відповідає таке значення функціонала:

$$Z(X) = Z(X_0) - \theta(Z_j - c_j) \quad (1.19).$$

Оскільки за умовою теореми  $Z_j - c_j < 0$  і  $\theta > 0$  то  $Z(X) > Z(X_0)$ , що й потрібно було довести.

Якщо розглядається задача на відшукування мінімального значення цільової функції, то формулюється така теорема.

**Теорема 2.** Якщо для деякого вектора  $A_j$  виконується умова  $Z_j - c_j > 0$ , то план  $X_0$  не є оптимальним і можна побудувати такий план  $X$ , для якого виконуватиметься нерівність  $Z(X) < Z(X_0)$ .

Доведення аналогічне попередньому.

Розв'язування задачі лінійного програмування симплексним методом. Розглянемо, як, виходячи з початкового опорного плану задачі лінійного програмування, за допомогою симплексного методу знайти оптимальний план. Продовжимо розгляд задачі (1.1)—(1.4), опорний план якої

$$X_0 = (x_1 = b_1, x_2 = b_2, \dots, x_m = b_m, x_{m+1} = 0, x_n = 0) .$$

Для дослідження даного плану на оптимальність (за умовою оптимальності плану задачі лінійного програмування) необхідно вектори  $A_j (j = \overline{1, n})$  системи обмежень (1.3) розкласти за базисними векторами  $A_1, A_2, \dots, A_m$  і розрахувати значення оцінок  $\Delta_j = Z_j - c_j$ .

Всі подальші обчислення зручно проводити в симплексній таблиці (табл. 2.6). У стовпці «Базис» записані змінні, що відповідають базисним векторам, а в стовпці «Сбаз» — коефіцієнти функціонала відповідних

базисних векторів. У стовпці «План» — початковий опорний план  $X_0$ , в цьому ж стовпці в результаті обчислень отримують оптимальний план. У стовпцях  $x_j (j = \overline{1, n})$  записані коефіцієнти розкладу кожного  $j$ -го вектора за базисом, які відповідають у першій симплексній таблиці коефіцієнтам при змінних у системі (1.3). У  $(m + 1)$ -му рядку в стовпці «План» записують значення функціонала для початкового опорного плану  $Z(X_0)$ , а в інших стовпцях  $x_j$  — значення оцінок  $\Delta_j = Z_j - c_j$ . Цей рядок симплексної таблиці називають оцінковим. Значення  $Z(X_0)$  знаходять підстановкою компонент опорного плану в цільову функцію, а значення  $Z(X_j)$  — при підстановці коефіцієнтів розкладу кожного  $j$ -го вектора за векторами базису, тобто ці значення в табл. 1.1 отримують як скалярний добуток:

$$Z(X_0) = C_{\text{баз}} Z(X_0) = \sum_{i=1}^m c_i b_i,$$

$$Z_j = Z(X_j) = C_{\text{баз}} Z(X_j) = \sum_{i=1}^m c_i a_{ij}, j = 1, 2, \dots, n,$$

де  $c_i$  — коефіцієнти функціонала, що відповідають векторам базису.

Таблиця 1.2

Симплекс таблиця для розв'язування задач лінійного програмування

$i$				$c_1$	$c_2$	...	$c_l$	...	$c_m$	$c_{m+1}$	...	$c_j$	...	...	$c_k$	...	$c_n$	$\theta$
				Базис	$C_{\text{баз}}$	План	$x_1$	$x_2$		$x_l$	...	$x_m$	$x_{m+1}$	...	$x_j$	...	...	$x_k$
1	$x_1$	$c_1$	$b_1$	1	0	...	0	...	0	$a_{1,m+1}$	...	$a_{1j}$	...	...	$a_{1k}$	...	$a_{1n}$	$\theta_1$
2	$x_2$	$c_2$	$b_2$	0	1	...	0	...	0	$a_{2,m+1}$	...	$a_{2j}$	...	...	$a_{2k}$	...	$a_{2n}$	$\theta_2$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$l$	$x_l$	$c_l$	$b_l$	0	0	...	1	...	0	$a_{l,m+1}$	...	$a_{lj}$	...	...	$a_{lk}$	...	$a_{ln}$	$\theta_l$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$	
$m$	$x_m$	$c_m$	$b_m$	0	0	...	0	...	1	$a_{m,m+1}$	...	$a_{mj}$	...	...	$a_{mk}$	...	$a_{mn}$	$\theta_m$



$m+$	$Z_j - c_j$																		
1	$> 0$	$Z(X_0)$	0	0	0	0	$\Delta_{m+1}$	...	$\Delta_j$	...	...	$\Delta_k$	...	$\Delta_n$					

Після заповнення табл. 1.1 розраховують значення оцінок плану (останній рядок):

$$\Delta_j = Z_j - c_j = Z(X_j) - c_j = \sum_{i=1}^m c_i a_{ij} - c_j, (j = 1, 2, \dots, n)$$

Потім згідно з умовою оптимальності плану задачі лінійного програмування, якщо всі  $\Delta_j = Z_j - c_j > 0$  (для задачі на максимум), то план є оптимальним. Допустимо, що одна з оцінок  $\Delta_j = Z_j - c_j < 0$ , тоді план  $X_0$  не є оптимальним і необхідно здійснити перехід до наступного опорного плану, якому буде відповідати більше значення функціонала. Якщо від'ємних оцінок кілька, то включенню до базису підлягає вектор, який вибирається як  $\min(Z_j - c_j)$ . Мінімум знаходять для тих індексів  $j$ , де  $\Delta_j = Z_j - c_j < 0$ . Якщо існує кілька однакових значень оцінок, що відповідають  $\min(Z_j - c_j)$ , то з відповідних їм векторів до базису включають той, якому відповідає максимальне значення функціонала.

Якщо хоча б для однієї від'ємної оцінки  $\Delta_j = Z_j - c_j < 0$  всі коефіцієнти розкладу  $a_{ij}$  відповідного вектора недодатні, то це означає, що функціонал є необмеженим на багатограннику розв'язків, тобто багатогранник у даному разі являє собою необмежену область і розв'язком задачі є  $X = \infty$ .

Нехай  $\min(Z_j - c_j) = Z_k - c_k = \Delta_k$ , тобто мінімальне значення досягається для  $k$ -го вектора  $m \leq k \leq n$ . Тоді до базису включається вектор  $A_k$ . Відповідний стовпчик симплексної таблиці називають напрямним.

Для того, щоб вибрати вектор, який необхідно вивести з базису (згідно з процедурою переходу від одного опорного плану задачі до іншого розраховують останній стовпчик табл. 1.1 — значення  $\theta_i$ .

$$\theta_i = \frac{b_i}{a_{lk}}, i = 1, 2, \dots, m, a_{jk} > 0$$

З розрахованих значень необхідно вибрати найменше  $\theta^* = \min \theta_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, m, a_{jk} > 0$ . Тоді з базису виключають  $i$ -ий вектор, якому відповідає  $\theta^*$ . Допустимо, що  $\theta^* = \min \theta_l = \frac{b_l}{a_{lk}}$  відповідає вектору, що знаходиться в  $l$ -му рядку табл 1.1. Відповідний рядок симплексної таблиці називають напрямним. Перетином напрямного стовпчика та напрямного рядка визначається елемент симплексної таблиці  $a_{lk}$ , який називають розв'язувальним елементом. За допомогою елемента  $a_{lk}$  і методу Жордана—Гаусса розраховують нову симплексну таблицю, що визначатиме наступний опорний план задачі. Для визначення нового опорного плану необхідно всі вектори розкласти за векторами нового базису. Вектор  $a_k$ , який необхідно вводити до базису, в розкладі за початковим базисом має вигляд:

$$x_{lk}A_1 + \dots + x_{lk}A_l + \dots + x_{mk}A_m = A_k \quad (1.20)$$

Вектор  $a_k$  виходить з базису, і його розклад за новим базисом отримаємо з виразу (1.20):

$$A_l = \frac{1}{a_{lk}}(A_k - a_{lk}A_1 - \dots - x_{mk}A_m) \quad (1.21)$$

Розклад вектора  $A_0$  за початковим базисом має вигляд:

$$A_0 = b_1A_1 + \dots + b_lA_l + \dots + x_mA_m \quad (1.22)$$

Для запису розкладу вектора в новому базисі підставимо вираз (1.21) у рівняння (1.22), маємо:

$$\begin{aligned} A_0 &= b_1A_1 + \dots + b_l \left[ \frac{1}{a_{lk}}(A_k - a_{lk}A_1 - \dots - a_{mk}A_m) \right] + \dots + b_mA_m \\ &= \left( a_{1j} - \frac{a_{lj}}{a_{lk}} a_{lk} \right) A_1 + \dots + \frac{a_{lj}}{a_{lk}} A_k + \dots + \left( a_{mj} - \frac{a_{lj}}{a_{lk}} a_{mk} \right) A_m \\ &= a'_{1j}A_1 + \dots + a'_{kj}A_k + \dots + x'_{mj}A_m \end{aligned}$$

Новий план:

$$X_1 = (x_1 = a_{1j}, \dots, x_k = a_{kj}, \dots, x_m = x'_{mj}) ,$$

$$\begin{cases} a'_{ij} = a_{ij} - \frac{a_{lj}}{a_{lk}} a_{lk} (j \neq i) \\ a'_{ij} = \frac{a_{lj}}{a_{lk}} (j = i) \end{cases} \quad (1.25),$$

де Формули (1.23) та (1.25) є формулами повних виключень Жордана—Гаусса. Отже, щоб отримати коефіцієнти розкладу векторів  $A_1, A_2, \dots, A_n$  за векторами нового базису (перехід до наступного опорного плану та створення нової симплексної табл. 1.2), необхідно:

- розділити всі елементи напрямного рядка на розв'язувальний елемент;
- розрахувати всі інші елементи за формулами повних виключень Жордана—Гаусса (правило прямокутника).

Потім необхідно здійснити перевірку нових значень оцінкового рядка. Якщо всі  $Z_j - c_j > 0$ , то план  $X_1$  — оптимальний, інакше переходять до відшукування наступного опорного плану. Процес продовжують до отримання оптимального плану, чи встановлення факту відсутності розв'язку задачі.

Якщо в оцінковому рядку останньої симплексної таблиці оцінка  $Z_j - c_j = 0$  відповідає вільній (небазисній) змінній, то це означає, що задача лінійного програмування має альтернативний оптимальний план. Отримати його можна, вибираючи розв'язувальний елемент у зазначеному стовпчику таблиці та здійснивши один крок (одну ітерацію) симплекс-методом. У результаті отримаємо новий опорний план, якому відповідає те саме значення функціонала, що і для попереднього плану, тобто функціонал досягає максимального значення в двох точках багатогранника розв'язків, а отже, за властивістю розв'язків задачі лінійного програмування така задача має нескінченну множину оптимальних планів.

Таблиця 1.2

Симплексна таблиця для відшукування опорного(оптимального)плану

$i$				$c_1$	$c_2$	...	$c_l$	...	$c_m$	$c_{m+1}$	...	$c_j$	...	...	$c_k$	...	$c_n$	$\theta$
	Бази	$C_{\text{баз}}$	Пла															
	$c$		$n$	$x_1$	$x_2$	...	$x_l$	...	$x_m$	$x_{m+1}$	...	$x_j$	...	...	$x_k$	...	$x_n$	

1	$x_1$	$c_1$	$b'_1$	1	0	...	0	...	0	$a_{1,m+1}$	...	$a_{1j}$	...	...	$a_{1k}$	...	$a_{1n}$	$\theta_1$
2	$x_2$	$c_2$	$b'_2$	0	1	...	0	...	0	$a_{2,m+1}$	...	$a_{2j}$	...	...	$a_{2k}$	...	$a_{2n}$	$\theta_2$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
l	$x_l$	$c_l$	$b'_l$	0	0	...	1	...	0	$a_{l,m+1}$	...	$a_{lj}$	...	...	$a_{lk}$	...	$a_{ln}$	$\theta_l$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
m	$x_m$	$c_m$	$b_m$	0	0	...	0	...	1	$a_{m,m+1}$	...	$a_{mj}$	...	...	$a_{mk}$	...	$a_{mn}$	$\theta_m$
m+1	$Z_j$ - $c_j$ > 0		$Z(X_1)$	0	0	...	0	...	0	$\Delta'_{m+1}$	...	$\Delta_j$	...	...	$\Delta_k$	...	$\Delta_n$	

Розв'язання задачі лінійного програмування на відшукування мінімального значення функціонала відрізняється лише умовою оптимальності опорного плану. До базису включають вектор, для якого  $\Delta_j = \max(Z_j - c_j)$ , де максимум знаходять для тих  $j$ , яким відповідають  $\Delta_j = Z_j - c_j > 0$ . Всі інші процедури симплексного методу здійснюються аналогічно, як у задачі лінійного програмування на відшукування максимального значення функціонала.

Отже, симплекс-метод — це ітераційна обчислювальна процедура, яка дає змогу, починаючи з певного опорного плану, за скінченну кількість кроків отримати оптимальний план задачі лінійного програмування.

## 1.2 Основні принципи здійснення банками активних операцій

У структурі активних операцій комерційних банків традиційно найбільшу питому вагу займають кредитні операції. Це пов'язано з об'єктивною властивістю капіталу спрямовуватися у сфери, де найвища норма прибутку. Позикові операції являють собою один із найефективніших, тобто прибуткових способів розміщення ресурсів банку. Водночас кредитні операції – це найбільш ризикований вид операцій банку. Кредитні операції банку формують його кредитний портфель. Саме тому побудова ефективної

системи управління кредитним портфелем є запорукою забезпечення ефективності та надійності здійснення кредитних операцій, необхідною умовою оптимізації системи організації кредитування в комерційних банках.

Постійний аналіз кредитного портфеля в системі управління банком дає змогу вибрати варіант раціонального розміщення ресурсів, напрямів кредитної політики, знизити ризик за рахунок диверсифікації, прийняти рішення щодо доцільності надання позики.

Головна мета процесу управління кредитним портфелем банку полягає в забезпеченні максимальної дохідності за певного рівня ризику, а також в розв'язанні низки конкретних цілей та вимірюваних завдань, що повинні бути орієнтовані на результативність кредитної діяльності.

У зв'язку з цим набуває актуальності і особливого значення дослідження питань управління та удосконалення роботи з кредитування комерційними банками України та доцільність проведення досліджень для розвитку цього напрямку банківської діяльності (виду банківських послуг).

Сучасний банк спроможний запропонувати клієнту близько 200 видів різноманітних банківських продуктів і послуг, але кредитування залишається однією з основних його функцій.

Операції, що використовує банк для отримання доходів, називаються активними, найбільшу частку яких займають саме кредитні операції.

Кредитні операції – це операції банку з надання коштів у тимчасове користування суб'єктам господарювання на умовах платності, строковості, забезпеченості, повернення та цільового використання. Кредитні операції формують кредитний портфель банку [3, с.238].

Національний банк України на своєму сайті дає наступне визначення кредитного портфелю.

Кредитний портфель – сукупність усіх банківських позик, що структуровані за певними параметрами відповідно до завдань визначеної банком кредитної політики [5].

Кредитний портфель банку включає агреговану балансову вартість усіх кредитів, у тому числі прострочених, пролонгованих та сумнівних до повернення. Разом з тим до нього не входять:

- відсотки нараховані, але не сплачені;
- зобов'язання видати кредит;
- кредитні лінії, які ще не використані;
- гарантії та акредитиви;
- оперативний лізинг [5, с.198].

Основними цілями формування кредитного портфеля є:

- високий рівень доходу в поточному періоді;
- високий темп очікуваного доходу в майбутній перспективі;
- мінімізація рівня ризиків кредитного портфеля;
- дотримання необхідної ліквідності кредитного портфеля .

Обсяг і структура кредитного портфелю банку визначаються такими чинниками: розмір банку (капіталу); правила регулювання банківської діяльності; офіційна кредитна політика банку; досвід і кваліфікація менеджерів; рівень доходності різних напрямів розміщення коштів .

Структура кредитного портфелю банку залежить від суб'єктів кредитування (юридичні та фізичні особи); стану обслуговування боргу; класу боржника; категорії якості кредиту; показника ризику кредиту, який залежить від фактичних значень інтегрального показника фінансового стану боржника-юридичної особи, коефіцієнта покриття боргу, якості менеджменту боржника – юридичної особи, ринків збуту продукції, наявності бізнес-планів, рейтингів боржника – юридичної особи та інших подій та обставин, що можуть вплинути на своєчасність та повноту погашення боргу; видів економічної діяльності; валюти кредитування; строків кредитування тощо.

Банк може видавати кредити безпосередньо, укладаючи угоду з позичальником, або купувати позику чи частину позики, яка була видана

іншим кредитором, шляхом укладення угоди з позичальником. Надання кредиту може відбуватися у формі позик, облігацій, простих векселів, підтверджених авансів, векселів, строк сплати яких уже настав, рахунків факторингу, овердрафтів, короткострокових комерційних векселів, банківських акцептів та інших подібних зобов'язань.

Основними завданнями управління кредитним портфелем банку є:

- забезпечення зваженого та оптимального використання кредитних ресурсів;
- досягнення оптимального балансу між ростом обсягу кредитного портфеля та темпами покращення його якості;
- виконання всіх вимог та нормативних показників, викладених в інструкціях, розпорядженнях та постановах Національного банку України;
- розширення клієнтської бази шляхом надання кредитних послуг високої якості .

Інвестиційний портфель — цілеспрямовано сформована сукупність об'єктів реального, інтелектуального та фінансового інвестування, призначена для реалізації інвестиційної політики підприємства в майбутньому періоді (у більш вузькому, але найбільш часто вживаному значенні — сукупність фондів інструментів, сформованих інвестором).

Головною метою формування інвестиційного портфеля є забезпечення реалізації основних напрямків інвестиційної діяльності підприємства шляхом підбору найбільш дохідних і безпечних об'єктів інвестування. З обліком сформульованої головної мети будується система конкретних локальних цілей формування інвестиційного портфеля, основними з яких є:

- а) забезпечення високих темпів росту капіталу в майбутній довгостроковій перспективі;
- б) забезпечення високого рівня доходу в поточному періоді;
- в) забезпечення мінімізації інвестиційних ризиків;
- г) забезпечення достатньої ліквідності інвестиційного портфеля.

Перераховані конкретні цілі формування інвестиційного портфеля значною мірою є альтернативними. Так, забезпечення високих темпів росту капіталу в довгостроковій перспективі деякою мірою досягається за рахунок зниження рівня поточної прибутковості інвестиційного портфеля (і навпаки). Темпи росту капіталу й рівень поточної прибутковості інвестиційного портфеля перебувають у прямій залежності від рівня інвестиційних ризиків. Забезпечення достатньої ліквідності може перешкоджати включенню в портфель інвестиційних проектів, що забезпечують високий приріст капіталу в довгостроковому періоді. З огляду на альтернативність цілей формування інвестиційного портфеля кожен інвестор сам визначає їхні пріоритети.

Отже, кредитний портфель – це сукупність усіх позичок, наданих банком з метою одержання прибутку. Формування кредитного портфеля є одним з основних моментів у діяльності банку, що дозволяє більш чітко виробити тактику і стратегію розвитку ділової активності на ринку. Кредитний портфель служить головним джерелом доходів банку і одночасно – головним джерелом ризику при розміщенні активів. Від структури і якості кредитного портфеля в значній мірі залежить стійкість банку, його репутація, фінансові результати. Оптимальний, якісний кредитний портфель впливає на ліквідність банку і його надійність.



## РОЗДІЛ 2. МАТЕТИЧНА МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ БАНКОВСКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

### 2.1 Показники активних и пасивних операцій за період 2016 року на прикладі Райффайзен Банк Аваль

Показники активних и пасивних операцій за період 2016 року на прикладі Райффайзен Банк Аваль Банківська система України поступово відновила діяльність після фінансової кризи та отримала прибуток за результатами діяльності в 2016 році.[10]

З початку 2016 року банки збільшили обсяг споживчого кредитування. Їм це вигідніше, ніж працювати з бізнесом, який, на відміну від населення, не так справно обслуговує нові позики.

Надалі також прогнозується зростання сегмента споживчого кредитування.

Разом з тим, українцям майже не доступна іпотека: банки все ще висувують жорсткі вимоги до доходів позичальників, але поступово знижують високі процентні ставки.

Банки стали активніше кредитувати населення.

За даними Національного банку, у першому півріччі обсяг кредитів фізичним особам виріс на 13,4%. У приватних банках - майже на 20%.

Кредити фізособам - це шоста частина від усіх виданих банками позик. До початку серпня 2016 року обсяг кредитування населення становив 160,4 млрд. гривень, корпоративних клієнтів - 842,1 млрд. гривень.

У банків накопичений досить великий обсяг ліквідності, який їм потрібно витратити на купівлю дохідних активів.

Навіть держбанки - це не благодійні організації, вони повинні заробляти. Тому після фінансової стабілізації та накопичення ліквідності наступний крок - це зростання кредитних вкладень банків.

Динамічне зростання кредитних карт прогнозується в наступному році.

В Райффайзен Банку Аваль зростання обсягів кредитування до кінця року складе близько 40-45%.

За останні два роки (липень до липня) видача споживчих кредитів в банку збільшились в 4,8 рази. Якість обслуговування кредитів також зростає.

У кошику споживчих кредитів частка портфеля з високим рівнем ризику за два роки знизилася з 52% до 17%.

Частка портфеля з низьким ризиком зростає з 6% до 44%.

В цілому ситуація з обслуговуванням кредитів фізособами гірше. За даними НБУ, до початку серпня частка прострочених позик (понад 90 днів) склала 57,9% від усього обсягу, виданих фізособам.

Це одна з основних причин, що стримують споживче кредитування. Інші дві – висока закредитованість позичальників і низький рівень офіційних доходів населення. Ризики банки закладають у процентні ставки. Середні банківські номінальні процентні ставки у 2016-17 роках коливалися в діапазоні 29-32% річних. Ефективна ставка (процентна ставка плюс всілякі комісії) для кращих позичальників (для юросіб) починається від 20% річних. Для населення – від 40%. Ставки все-таки мають тенденцію до зниження. На це впливає і зниження ставок по депозитах, і зниження облікової ставки НБУ та зростання конкуренції серед банків.

Ефективна ставка за автокредитами безпосередньо залежить від розміру початкового внеску клієнтом і від терміну кредитування, і варіюється від 4,6% до 21% (за партнерськими програмами - від 0,01%).

За кеш-кредитами ефективна ставка - від 42%.

Українські показники поки непорівнянні з західними. Наприклад, у американців у гаманці не менше п'яти кредитних карток, а у нас лише у кожного п'ятого є кредитна карта. Про те, що попит зростає, побічно підтверджує статистика карткових платежів.

У 2014 році банківськими картами було проведено операцій на 1,01 трлн. гривень, з яких 255 млрд. гривень - безготівкові. Тоді як в 2016 році загальна сума операцій досягла 1,6 трлн. гривень, з них 571 млрд. гривень - безготівкою. Потрібно враховувати, що в 2014 році в Україні працювало 143 банку, тоді як у 2016 році - 87 банків. Причому в минулому році на три банки

– ПриватБанк, Ощадбанк і Райффайзен Банк Аваль, довелося 77,3% активних платіжних карт. Іпотека розвивається повільно. Для банків вона ризикова з кількох причин.

По-перше, із-за тривалого терміну, на який видаються позики, по-друге, з-за високої вартості обслуговування для позичальників, які в будь-який момент можуть перестати платити.

Багато українців так і не погасили валютні позики, взяті для покупки житла ще до 2008 року. За оцінками НБУ, на балансах банків лежить близько 3 млрд. доларів з часів іпотечної кризи.

З 2009 року банки не кредитують населення у валюті. Тим не менше, попит на іпотеку зростає. Основним фактором підвищення попиту на іпотеку було зниження ставок по кредитах і поживлення на ринку нерухомості.

Банки вказали на здешевлення іпотечних кредитів, і одночасно відзначили, що заставні вимоги стали жорсткішими.

Якщо в минулому році два-три банки займалися іпотекою, зараз їх близько десяти. Банки стали більш активно розвивати сегмент автокредитування, який також постраждав після кризи майже десятирічної давності. В докризовий рік (2007 рік) було продано 450 тисяч нових машин, з них 300 тисяч - у кредит. За минулий рік всього було 7 тисяч "кредитних" машин.

Головне - поступове зростання реальних доходів населення, щоб був позичальник, який може кредит не тільки взяти, але і обслуговувати його.

Станом на 31 грудня 2016 року 40% від розрахованої суми обов'язкового резерву становило 904 407 тис. грн. (див. Додаток А )(2015 р.: 866 459 тис. грн.). Дані кошти Райффайзен Банку Аваль були розміщені на поточному рахунку Банку в НБУ і включено до складу грошових коштів та їх еквівалентів, оскільки обмеження щодо їх використання відсутні. В 2015 році банкам було дозволено зараховувати в покриття обов'язкових резервів залишки готівки в касі та банкоматах Банку в національній валюті.

Станом на 31 грудня 2015 року Банк зарахував в покриття залишкової частини обов'язкових резервів готівкові кошти в касі в національній валюті.

Фінансовий результат Райффайзен Банку Аваль значною мірою залежав від результатів його кредитної діяльності. Звіт про фінансові результати. (див. Додаток Б)

Частка процентних доходів за кредитами у структурі доходів по системі банків становила 69%.

Загальний обсяг наданих банківською системою кредитів сьогодні перевищує докризовий рівень, але важливим індикатором є частка простроченої заборгованості в сукупному кредитному портфелі банків.

Успішність банківського бізнесу зумовлена спроможністю банківської установи стабільно працювати за несприятливих зовнішніх умов шляхом проведення зваженої кредитної політики, формуванню оптимального кредитного портфеля, вирішенню проблеми зниження кредитного ризику та підвищенню його прибутковості.

Розглянемо способи зниження ризику та максимізації прибутку банку як фактори оптимізації структури кредитного портфеля.

Структурувати банківський портфель можна за ознаками категорії позичальників, строковості кредитів, дохідності, галузі економіки тощо.

Розробимо математичну модель формування банком кредитного портфеля, оптимального за критерієм «ризик / прибуток»

## 2.2 Розв'язання задачі оптимізації кредитного портфелю банку

### **Постановка задачі та системи обмежень**

Складемо математичну модель та будемо розраховувати оптимальну структуру кредитного портфеля комерційного банку на прикладі Райффайзен Банку Аваль, а також максимально можливий його прибуток за наявності обмежень, які складається з двох блоків:

1) обмеження, встановлені ризик - менеджментом банку;

2) обмеження Національного банку, що встановлені у вигляді нормативів кредитного ризику.

Математичною моделлю цієї задачі є лінійна оптимізаційна модель, цільовою функцією буде прибуток банку від кредитних операцій.

Позначимо функцію прибутку  $Z$ , яка залежить від часток ресурсів, вкладених у різні кредитні операції.

Кредитна програма залежно від умов кредитування і типу позичальників, складається з  $n$  видів кредиту:

$x_j$  ( $j = 1, \dots, n$ ) – це частка ресурсів, спрямованих банком на надання кредиту  $j$ -го виду,

$r_j$  – дохідність кожного виду кредиту, виражена його річною ефективною кредитною ставкою,

$C$  – витрати банку на здійснення кредитної діяльності (процентні витрати, пов'язані із залученими та запозиченими ресурсами, комісійні, операційні витрати і відрахування до резервів).

$$Z = \sum_{j=1}^n x_j r_j - C \rightarrow \max - \text{цільова функція моделі.}$$

Запишемо систему обмежень менеджментом банку:

- $x_j \geq 0,01 \cdot d \cdot \sum_{j=1}^n x_j$  ( $j = 1, \dots, n$ ) – обмеження, де частка кожного виду кредиту не повинна бути меншою від певної частки  $d\%$  сукупного кредитного портфеля;
- $x_j \leq 0,01 \cdot h \cdot \sum_{j=1}^n x_j$  – обмеження суми певною часткою  $h\%$  сукупного кредитного портфеля для тих  $j$ , які відповідають означенню кредитів із підвищеним ризиком;
- $x_j \leq 0,01 \cdot g \cdot \sum_{j=1}^n x_j$  – обмеження суми певною часткою  $g\%$  сукупного кредитного портфеля для тих  $j$ , які відповідають означенню низькоефективних кредитів;
- $\sum_{j=1}^n x_j \leq P$  – обмеження, пов'язані з вимогою про максимальний розмір кредитного портфеля,  $P$  – наявні ресурси банку,

$C = C_1 + R$ , де  $R$  – сума відрахувань у резерви, а  $C_1$  – інші витрати банку. Сума  $R$  розраховується згідно з методикою НБУ і залежить від ступеня ризику кредитної операції.

До проблемних кредитів належать ті кредити, що класифіковані за IV і V категоріями якості. За такими кредитами банк змушений формувати резерв у розмірі від 51% до 100% балансової вартості кредиту.

Невеликі резерви під кредитні операції свідчать про якісний кредитний портфель банку. Сума резервів та ризик кредитного портфеля є прямо пропорційними показниками.

$R \leq R_{max}$  – обмеження, згідно з якими сума резервів не може бути більшою від певного заданого порогового значення,

$R = R(x_1, \dots, x_n, a_1, \dots, a_n)$  – сума резерву залежить як від сум кредитів різних видів  $x_j (j = 1, \dots, n)$ , так і від параметрів цих кредитів  $a_j (j = 1, \dots, n)$ , що характеризують ступінь ризику кредитних операцій та якість їх забезпечення.

Запишемо систему обмежень встановлені НБУ

Є чотири види нормативи взяті з офіційного сайту [9.]

1. Норматив максимального розміру кредитного ризику на одного контрагента Н7

$$Н7 = \frac{B+3}{PK} \cdot 100\% \leq 25\% - \text{обмеження кредитного ризику, що виникає}$$

внаслідок невиконання деякими позичальниками своїх зобов'язань,

$B$  – сума всіх вимог банку до цього контрагента (заборгованість контрагента перед банком за кредитами, за факторинговими операціями, фінансовим лізингом, врахованими вексями, борговими цінними паперами, дебіторською та іншою заборгованістю);

$З$  – сума всіх позабалансових зобов'язань, виданих банком щодо цього контрагента (гарантії, поручительства, акредитиви, авалі та акцепти, інші зобов'язання банку);

$PK$  – регулятивний капітал банку.

$V_i + Z_i = x_{ij}$  – загальна сума кредитної заборгованості -го позичальника перед банком за умови, що цей позичальник отримав кредит  $j$ -го виду. Цей норматив може бути записаний так:

$$x_{ij} \leq 0,25PK$$

## 2. Норматив великих кредитних ризиків Н8

Кредитний ризик вважається великим, якщо сума всіх вимог банку до цього контрагента або групи пов'язаних контрагентів і всіх позабалансових зобов'язань, наданих банком щодо цього контрагента або групи пов'язаних контрагентів, становить не менше 10% регулятивного капіталу банку.

$$Н8 = \frac{KP+Z}{PK} \cdot 100\% \leq 800\%,$$

$KP$  – сума всіх великих кредитних ризиків, наданих банком щодо всіх контрагентів або груп пов'язаних контрагентів,

$Z$  – сума всіх позабалансових зобов'язань, виданих банком щодо цього контрагента або групи пов'язаних контрагентів.

$KP_k + Z_k = x_{kj}$  – загальна сума кредитної заборгованості -го позичальника перед банком за умови, що цей позичальник отримав кредит  $j$ -го виду.

Норматив може бути записаний так:

$$x_{kj} \leq 800PK \quad k = 1, \dots, s, \text{ де } s \text{ – кількість великих кредитів.}$$

## 3. Норматив максимального розміру кредитів, гарантій та поручительств, наданих одному інсайдеру Н9

$Н9 = \frac{Z_{ін}+Z_б}{СК} \cdot 100\% \leq 5\%$  – обмеження ризику, який виникає під час здійснення операцій з інсайдерами, що може призвести до прямого та опосередкованого впливу на діяльність банку,

$Z_{ін}$  – сума всіх зобов'язань інсайдера перед банком;

$Z_б$  – сума всіх позабалансових зобов'язань, наданих банком щодо цього інсайдера;

$СК$  – статутний капітал банку.

$Z_{інl} + Z_{бl} = x_{lj}$  – загальна сума кредитної заборгованості  $l$ -го позичальника перед банком за умови, що цей позичальник отримав кредит  $j$ -го виду.

$x_{lj} \leq 0,05СК$   $l = 1, \dots, m$ , де  $m$  – кількість кредитів, наданих інсайдерам.

4. Норматив максимального сукупного розміру кредитів, гарантій та поручительств, наданих інсайдерам Н10.

$Н10 = \frac{СЗін+ СЗб}{СК} \cdot 100\% \leq 30\%$  – обмеження сукупної суми всіх ризиків щодо інсайдерів,

$СЗін$  – сукупна сума зобов'язань усіх інсайдерів перед банком,

$СЗб$  – сума всіх позабалансових зобов'язань, виданих банком щодо всіх інсайдерів,

$$\sum_{l=1}^m \sum_{j=1}^n x_{lj} \leq 0,3СК$$

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЗАДАЧІ

Узагальнюючи всі попередні міркування, запишемо математичну модель оптимальної структури кредитного портфеля комерційного банку:

$$Z = \sum_{j=1}^n x_j r_j - C \rightarrow \max$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x_j \geq 0,01 \cdot d \cdot \sum_{j=1}^n x_j, \forall j = 1, \dots, n \\ x_j \leq 0,01 \cdot h \cdot \sum_{j=1}^n x_j, j - \text{вид кредиту з підвищеним ризиком} \\ x_j \leq 0,01 \cdot g \cdot \sum_{j=1}^n x_j, j - \text{вид низькоефективного кредиту} \\ \sum_{j=1}^n x_j \leq P \\ R \leq R_{\max} \\ x_{ij} \leq 0,25PK, \forall i = 1, \dots, v, \forall j = 1, \dots, n \\ x_{kj} \leq 800PK, \forall k = 1, \dots, v, \forall j = 1, \dots, n \\ x_{lj} \leq 0,05СК, \forall l = 1, \dots, v, \forall j = 1, \dots, n \\ \sum_{l=1}^m \sum_{j=1}^n x_{lj} \leq 0,3СК \\ x_{ij} \geq 0, x_{kj} \geq 0, x_{lj} \geq 0 \end{array} \right.$$



## ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ

Застосуємо модель та розрахуємо оптимальну структуру кредитного портфеля на прикладі комерційного банку Райффайзен Банк Аваль.

Дані для розрахунку наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Види кредитів які пропонує комерційний банк Райффайзен Банк Аваль.

№	Вид кредиту	Річна кредитна ставка, %
<i>Великі підприємства (корпоративні клієнти)</i>		
1	До 30 днів 2016 року	22,5
2	31-60 днів 2016 року	23
3	61-90 днів 2016 року	24,5
4	Понад 90 днів 2016 року	31
<i>Малі підприємства (малий та середній бізнес)</i>		
5	До 30 днів 2016 року	14,5
6	31-60 днів 2016 року	17
7	61-90 днів 2016 року	18
8	Понад 90 днів 2016 року	19,5
<i>Фізичні особи</i>		
9	До 30 днів 2016 року	14,5
10	31-60 днів 2016 року	16
11	61-90 днів 2016 року	18
12	Понад 90 днів 2016 року	21
<i>Мікро-підприємства</i>		
13	До 30 днів 2016 року	19
14	31-60 днів 2016 року	20,5
15	61-90 днів 2016 року	21
16	Понад 90 днів 2016 року	22,5
<i>Інвестиційний кредит</i>		

17	від 6 місяців до 60 місяців	16,5
<i>Кредитування енергоефективних проектів</i>		
18	До 5 років	24
<i>Міжбанківські кредити</i>		
19	Надання кредитів іншим банкам	7,5

Райффайзен Банк Аваль, що розглядається, пропонує кредити 19 видів, які різняться за позичальниками, термінами, граничними сумами, забезпеченням, характером цільового використання.

Інструментальними змінними моделі будуть  $x_j$  ( $j = 1, \dots, 19$ ) – обсяги коштів, які банк може надати в кредит кожного виду.

При розрахунку використано дані про витрати банку, оприлюднені у звіті про фінансові результати за 2016 рік (див.Додаток Б):

- процентні витрати 295 197 тис. грн.;
- комісійні витрати 10 378 тис.грн.;
- адміністративні та операційні витрати 151 024 тис. грн.;
- витрати на персонал 99 205 тис. грн.

$C = 555\,804$  тис. грн.

Власний капітал банку 10 349 362

Нехай ризик-менеджментом банку встановлено такі значення часток:  
 $d\% = 3\%$ ,  $h\% = 50\%$ ,  $g\% = 30\%$ .

Група обмежень, що ґрунтується на нормативах кредитного ризику, також потребує інформації щодо кожної кредитної операції, яка не оприлюднюється. На основі всього масиву даних складаємо таку оптимізаційну модель:

$$Z = 0,225x_1 + 0,23x_2 + 0,245x_3 + 0,31x_4 + +0,145x_5 + 0,17x_6 + 0,18x_7 + + 0,195x_8 + 0,145x_9 + 0,16x_{10} + 0,18x_{11} + 0,21x_{12} +$$

$$0,19x_{13} + 0,205x_{14} + 0,21x_{15} + 0,225x_{16} + 0,165x_{17} + 0,24x_{18} + 0,075x_{19} - 555\,804 \rightarrow \max$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x_1 \geq 0,03 \cdot (x_1 + \dots + x_{19}) \\ x_2 \geq 0,03 \cdot (x_1 + \dots + x_{19}) \\ x_3 \geq 0,03 \cdot (x_1 + \dots + x_{19}) \\ x_4 \geq 0,03 \cdot (x_1 + \dots + x_{19}) \\ x_5 \geq 0,03 \cdot (x_1 + \dots + x_{19}) \\ x_6 \geq 0,03 \cdot (x_1 + \dots + x_{19}) \\ x_7 \geq 0,03 \cdot (x_1 + \dots + x_{19}) \\ x_8 \geq 0,03 \cdot (x_1 + \dots + x_{19}) \\ x_9 \geq 0,03 \cdot (x_1 + \dots + x_{19}) \\ x_{10} \geq 0,03 \cdot (x_1 + \dots + x_{19}) \\ x_{11} \geq 0,03 \cdot (x_1 + \dots + x_{19}) \\ x_{12} \geq 0,03 \cdot (x_1 + \dots + x_{19}) \\ x_{13} \geq 0,03 \cdot (x_1 + \dots + x_{19}) \\ x_{14} \geq 0,03 \cdot (x_1 + \dots + x_{19}) \\ x_{15} \geq 0,03 \cdot (x_1 + \dots + x_{19}) \\ x_{16} \geq 0,03 \cdot (x_1 + \dots + x_{19}) \\ x_{17} \geq 0,03 \cdot (x_1 + \dots + x_{19}) \\ x_{18} \geq 0,03 \cdot (x_1 + \dots + x_{19}) \\ x_{19} \geq 0,03 \cdot (x_1 + \dots + x_{19}) \\ x_1 + x_4 + x_7 + x_{11} \leq 0,5 \cdot (x_1 + \dots + x_{19}) \\ x_3 + x_8 + x_{12} \leq 0,3 \cdot (x_1 + \dots + x_{19}) \\ x_1 + \dots + x_{19} \leq 10\,349\,362 \\ x_j \geq 0 \end{array} \right.$$

Розв'язуємо її за допомогою функції програми Ексел “Пошук розв'язку”.

Отримані результати наведено в (Таблиці 2.2)

Таблиця 2.2

Змінна	Значення змінної (у тис. грн.):	Частка кредиту (У %до загального обсягу портфеля)	Результат(тис. грн..)
$x_1 =$	310 480,8600	3%	<b>Z (прибуток) =</b> <b>1 920 280,8585</b>
$x_2 =$	310 480,8600	3%	

$x_3 =$	1 138 429,8200	6%	
$x_4 =$	3 932 757,5600	20%	
$x_5 =$	310 480,8600	2%	
$x_6 =$	310 480,8600	2%	
$x_7 =$	310 480,8600	2%	
$x_8 =$	310 480,8600	2%	
$x_9 =$	310 480,8600	2%	
$x_{10} =$	310 480,8600	2%	
$x_{11} =$	310 480,8600	2%	
$x_{12} =$	310 480,8600	2%	
$x_{13} =$	310 480,8600	2%	
$x_{14} =$	310 480,8600	2%	
$x_{15} =$	310 480,8600	3%	
$x_{16} =$	310 480,8600	3%	
$x_{17} =$	310 480,8600	3%	
$x_{18} =$	310 480,8600	3%	
$x_{19} =$	310 480,8600	3%	

За результатами розв'язання задачі можемо зробити такі висновки щодо формування оптимальної структури кредитного портфеля комерційного банку:

– враховуючи встановлені ризик менеджментом банку обмеження, найбільшу частку (20%) мають становити кошти на кредит четвертого виду, оскільки цей вид кредиту є найприбутковішим для банку;

Цей вид кредиту є пріоритетним для банку, тому можемо рекомендувати менеджменту банку проводити заходи щодо їх розширення.

Решта кредитів не є настільки привабливою для банку, оскільки або занадто ризикована, або низькоефективним, тому їхня частка має становити по 2%-3% від загального обсягу портфеля

### 2.3 Розв'язання задачі оптимізації інвестиційного портфелю банку

Головним орієнтиром при виборі підприємства для інвестування повинні служити саме перспективи росту компаній, доцільним було б утримання в портфелі банку на рівні близько 10-15% акцій саме компаній що розвиваються. Найбільш важливим пріоритетом при інвестуванні повинна бути саме приналежність компанії до тієї чи іншої галузі.

КБ «Райффайзен Банк Аваль» необхідно орієнтуватися на окремі компанії в рамках перспективних галузей, оцінюючи їхні фінансові показники і займаючись пошуком компаній з високим потенціалом зростання доходів

При виборі компаній факторами, що визначають прибутковість інвестицій, є рентабельність виробництва і перспективи росту обсягів продажів. Високорентабельний бізнес забезпечує найменший період окупності і створює передумови для якнайшвидшої реінвестиції прибутків у подальший розвиток виробництва.

Факторами, що визначають ризик інвестицій в акції компанії, є:

- рівень менеджменту (він відіграє ключову роль в успіху чи невдачі будь-якої компанії);
- якість активів;
- положення на ринку (ризик інвестицій у дрібні компанії вище);
- наявність експортного потенціалу.

Однією з основних проблем для КБ «Райффайзен Банк Аваль» є той факт, що докладна інформація про діяльність компаній є малодоступною, тому банк іноді змушений обґрунтовувати свої інвестиційні рішення й оцінювати ризик інвестицій частково непрямим чином, ґрунтуючись на даних щодо перспектив росту вартості акцій даної компанії на ринку і з огляду на фактор недооцінки вартості активів.

Мета оптимізації портфеля цінних паперів – формування такого портфеля, який би відповідав вимогам банку як по прибутковості, так і по ризиках. Вона досягається шляхом збільшення кількості різних видів цінних паперів в портфелі.

Задача оптимізації формулюється наступним чином.

Нехай дохідність портфеля з  $N$  цінних паперів  $R$  та його показник ризику  $\sigma$  визначаються такими функціями:

$$\begin{cases} R = R(W_i, \sigma_i, r_i), \forall i = 1 \dots N; \\ \sigma = \sigma(W_i, \sigma_i, r_i), \forall i = 1 \dots N, \end{cases}$$

де  $W_i$  – питома вага цінного папера в портфелі у відсотках;

$\sigma_i$  – характеристика ризику даного цінного папера (часто – середнє квадратичне відхилення дохідності цінного папера);

$r_i$  – дохідність цінного папера.

При побудові моделі слід ураховувати природні обмеження:

1. сума часток усіх цінних паперів  $W_i$  – становить 100%,
2. кількість цінних паперів не може бути від'ємною.

При вирішенні задачі введемо критеріальні обмеження.

I варіант – задається певна максимально допустима величина ризику  $\sigma_{\text{доп}}$ . Тоді задача оптимізації зводиться до вибору такої структури портфеля, при якій його ризик не перевищує заданого значення, а дохідність є максимальною,

$$\begin{cases} R \rightarrow \max \\ \sigma \leq \sigma_{\text{доп}} \\ W_i \geq 0, \forall i = 1 \dots N \\ \sum_{i=1}^N W_i = 1 \end{cases}$$

II варіант – задається певна мінімально прийнятна величина прибутковості  $R_{\text{доп}}$ .

Задача оптимізації зводиться до вибору структури такого портфеля, дохідність якого вища або дорівнює заданому значенню, а ризик мінімальний

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma \rightarrow \min \\ R \geq R_{\text{доп}} \\ W_i \geq 0, \forall i = 1 \dots N \\ \sum_{i=1}^N W_i = 1 \end{array} \right.$$

Вирішивши ці задачі щодо оптимізації портфеля з  $N$  цінних паперів, банк може отримати інформацію щодо кількості та видів цінних паперів, які потрібно придбати, щоб сформувати портфель з досить високою прибутковістю та прийнятним ступенем ризику.

Модель Марковиця має такі припущення:

- як розрахунковий показник прибутковості цінного папера приймається математичне очікування прибутковості;
- за ризик приймається середнє квадратичне відхилення прибутковості;
- допускається, що дані минулих періодів, які використовуються при розрахунках прибутковості та ризику, повною мірою відображають майбутнє значення прибутковості;
- ступінь і характер взаємозв'язку між цінними паперами виражається коефіцієнтом лінійної кореляції.

За цією моделлю прибутковість інвестиційного портфеля – це рівнозважена прибутковість паперів, які в ньому містяться;

визначається за формулою

$$R = \sum_{i=1}^N W_i \cdot r_i$$

де  $N$  – кількість цінних паперів в портфелі;

$W_i$  – відсоткова частка відповідного папера в портфелі;

$r_i$  – прибутковість відповідного папера.

Ризик портфеля визначається середнім квадратичним відхиленням його прибутковості

$$\sigma = \sqrt{\sum_{a=1}^n \sum_{b=1}^n (W_a \sigma_a W_b \sigma_b \rho_{ab})}$$

де  $W_a, W_b$  – відсоткові частки певних паперів у портфелі;

$\sigma_a, \sigma_b$  – ризик;

$\rho_{ab}$  – коефіцієнт лінійної кореляції.

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^N W_i r_i \rightarrow \max \\ \sigma^2 = \sum_{a=1}^N \sum_{b=1}^N (W_a \sigma_a W_b \sigma_b \rho_{ab}) \\ W_i \geq 0, \forall i = 1 \dots N \\ \sum_{i=1}^N W_i = 1 \end{array} \right.$$

Проведемо оптимізацію структури інвестиційного портфелю КБ «Райффайзен Банк Аваль», що дозволить побудувати таку структуру інвестиційного портфелю, яка забезпечить максимальний рівень доходності при заданому рівні ризику. На поточний момент управління інвестиційним портфелем КБ «Райффайзен Банк Аваль» здійснюється без використання математичних моделей. В таблиці представлена динаміка доходностей по окремих групах активів інвестиційного портфелю.

Динаміка доходностей активів КБ «Райффайзен Банк Аваль» за 6 місяців 2016 року, розрахована за допомогою програмного пакету системи оптимізації інвестиційного портфеля інвестиційного портфелю КБ «Райффайзен Банк Аваль» за 6 місяців 2016 року



Таблиця 3

## Динаміка доходностей інвестиційного пакету

Активи	Вексе ля	Акції корпораці й	Облігації корпораці й	ОВДП	Зовнішні державні зобов'язанн я
січень	23,6	36,78	17,5	15,4	18,9
лютий	18,7	30,15	22,4	17,6	16,8
березень	21,5	28,7	19,8	18,4	15,4
квітень	22,4	37,8	18,85	16,8	16,2
травень	25,7	36,8	20,54	15,7	17,5
червень	19,65	34,56	21,4	17,4	14,8
Очікувана доходність	21,93	34,13	20,08	16,88	16,6
Частка в портфелі, %	12,4	5,7	31,7	33,4	16,8

Поточна структура інвестиційного портфелю РБА забезпечує банку доходність портфелю на рівні 19,46%, при цьому портфельний ризик становить 13,5%.

Спробуємо оптимізувати структуру інвестиційного портфелю і отримати такий портфель, який забезпечував би більшу доходність і мав би при цьому менший ризик.

У загальному вигляді математична постановка задачі оптимізації структури інвестиційного портфелю така:

Доходність:

$$R = \sum_{i=1}^N W_i \cdot r_i$$

Ризик

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j K_{ij}$$

де  $x_i$  - частка капіталу, вкладеного в  $i$ -у групу активів,

$r_j$ - очікувана доходність  $j$ -ї групи активів,

$K_{ij}$ - коваріація між доходностями груп активів  $i$  та  $j$ .

Задача оптимізації матиме вигляд:

$$\begin{cases} 0,2193x_1 + 0,3413x_2 + 0,2008x_3 + 0,1688x_4 + 0,166x_5 \rightarrow \max \\ x_i \geq 0 \\ \sum_{i=1}^5 x_i = 1 \end{cases}$$

Розраховані значення матриці коваріацій між доходностями груп активів представлені у таблиці .

Таблиця 4

Матриця коваріації доходностей груп активів

	Векселя	Акції корпорацій	Облігації корпорацій	ОВДП	Зовнішні державні зобов'язання
Векселя	14,054	5,071	-2,256	-1,854	1,837
Акції корпорацій	33,425	12,188	-2,878	-3,044	1,996
Облігації корпорацій	-13,797	-2,878	2,597	0,884	-1,101
ОВДП	-18,599	-3,044	0,884	1,115	-1,175
Зовнішні державні зобов'язання	1,169	1,996	-1,101	-1,175	1,830

Практичне розв’язання задачі оптимізації здійснюватимемо в середовищі Excel з використанням вбудованого програмного пакету “ПОИСК РЕШЕНИЯ”.

В наступній таблиці 5 представлені розрахунки доходності інвестиційного портфелю банку та його структури в залежності від максимального рівня ризику для банку.

Таблиця 5

## Доходність та ризик портфелю (по оптимізаційній моделі)

Ризик, %	Доходність, %	Структура портфелю, %				
		Векселя	Акції корпорацій	Облігації корпорацій	ОВД П	Зовнішні державні зобов’язання
0	Безризикового портфелю не існує					
2	19,52	4,8%	12,5%	9,4%	53,4%	19,9%
4	19,97	5,2%	14,5%	11,4%	52,4%	16,5%
6	20,28	5,4%	15,9%	12,8%	51,7%	14,1%
8	20,53	5,6%	17,1%	13,9%	51,2%	12,1%
10	20,75	5,8%	18,1%	15,0%	50,6%	10,4%
12	20,95	6,0%	19,0%	15,8%	50,2%	8,9%
14	21,13	6,1%	19,9%	16,6%	49,8%	7,5%
16	21,3	6,3%	20,6%	17,4%	49,4%	6,2%
18	21,46	6,4%	21,4%	18,1%	49,1%	5,0%
20	21,6	6,6%	22,0%	18,8%	48,7%	3,9%

Грунтуючись на проведених розрахунках зазначимо, що поточна структура інвестиційного портфелю КБ «Райффайзен Банк Аваль» не є

оптимальною, оскільки можна побудувати його таким чином, щоб покращити поточний інвестиційний портфель банку одразу по обом показникам – і показнику ризику, і показнику доходності.

Зокрема, існує портфель, який забезпечує доходність на рівні 19,52% (проти поточних 19,46%), при цьому рівень ризику цього портфелю дорівнюватиме лише 2% проти поточних 13,5%.

На рисунку графічно представлена залежність між припустимим для банку рівнем ризику та часткою окремих активів в структурі інвестиційного портфелю банку.

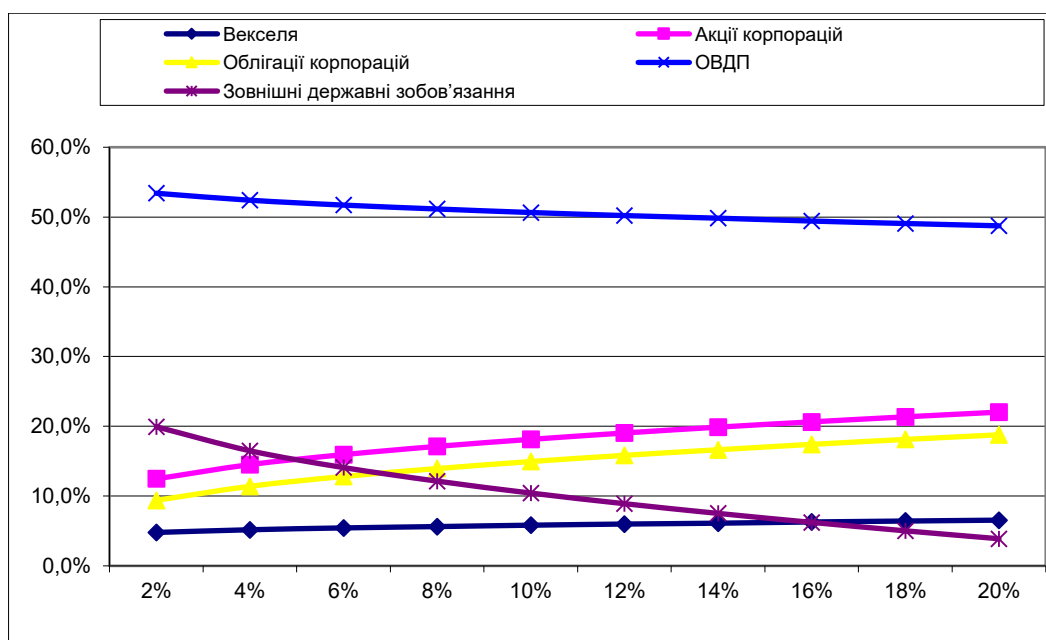


Рис 2.3 Залежність між ризиком та часткою окремих активів в портфелі

Проводячи аналіз наведеного графіку по-перше можемо відзначити, що оптимальний портфель головним чином повинен будуватись з найменш ризикованих інструментів – ОВДП.

Роблячи висновки, зазначимо, що для КБ «Райффайзен Банк Аваль» існує два можливих напрямки оптимізації управління власним інвестиційним портфелем:

**по-перше**, це відмова від орієнтації портфелю корпоративних цінних паперів виключно на цінні папери підприємств базових галузей

промисловості (енергетичної, металургійної, нафтохімічної) і включення до портфелю акцій компаній інших галузей.

**по-друге** - доцільним є збільшення в портфелі цінних паперів частки облігацій внутрішньої державної позики (ОВДП), а також збільшення присутності в портфелі зовнішніх боргових зобов'язань держави. Зазначимо також, що зараз виникла об'єктивна необхідність у включенні до портфелю акцій нових підприємств, що ставить перед управлінням фінансових інвестицій КБ «Райффайзен Банк Аваль» проблему вибору найбільш перспективних з них.

## РОЗДІЛ III. ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ КБ «РАЙФФАЙЗЕН БАНК АВАЛЬ»

### 3.1 Шляхи удосконалення процесу кредитування

Заходи щодо покращення кредитного процесу з точки зору ризиків

Правильна організація процесу банківського кредитування, розробка ефективної та гнучкої системи управління кредитними операціями виступають основою фінансової стабільності й ринкової стійкості комерційних банків (враховуючи те визначальне місце, яке посідають кредитні операції в портфелі банківських активів). Тому необхідно правильно організувати кредитну політику в банку.

В свою чергу кредитна політика комерційного банку — це стратегія і тактика банку щодо залучення коштів та спрямування їх на кредитування клієнтів банку позичальників на основі принципів поворотності; терміновості; диференційованості; забезпеченості; платності.

Провівши аналіз кредитної діяльності КБ «Райффайзен Банк Аваль» можна виділити ряд недоліків, а саме:

- недостатня диверсифікація кредитних вкладень;
- недостатня увага при оцінюванні платоспроможності позичальників на стадії надання кредитів;
- послаблена увага по цільовому використанню наданих позик та контролю за діяльністю позичальника з метою своєчасного виявлення негараздів та запобігання можливих втрат за позиками;
- недостатнє забезпечення позик;
- послаблення захищеності позик власним капіталом.

Зважаючи на існуючі тенденції, що склалися на грошово-кредитному ринку України, слід усвідомлювати притаманні ризики, перед впровадженням будь-яких нововведень, тому в таблиці 3.1 відобразимо шляхи покращення процесу кредитування з урахуванням можливих ризиків.

Створення відповідного фінансового прогнозу є досить складним завданням, оскільки коливання фінансових ринків і швидкі зміни у фінансових відносинах в цей період значно ускладнюють прогнозування.

Фінансові прогнози не можуть бути виконані з великою точністю, тому що може відбутися багато подій, які спричинять невідповідність між дійсністю і прогнозом .

### 3.2 Шляхи удосконалення процесу інвестування «Райффайзен Банку Аваль»

Сутність банківських інвестицій полягає у вкладенні коштів з метою одержання прибутку з урахуванням рівня доходності та ризику.

Управління інвестиційним портфелем банку відбувається в умовах ризику та невизначеності. Інвестиційні ризики комерційного банку класифікуються за наступними ознаками:

- 1) джерелами виникнення;
- 2) методами управління;
- 3) методами оцінки;
- 4) характером фінансових наслідків;
- 5) ступеню диверсифікованості;
- 6) характером прояву в часі;
- 7) рівнем фінансових втрат;
- 8) ступеню передбачуваності;

КБ «Райффайзен Банк Аваль» є одним з найбільших учасників фондового ринку в Україні. Головним критерієм добору певних цінних паперів до інвестиційного портфелю банку «Райффайзен Банк Аваль» є їх доходність та ліквідність.

Аналіз динаміки, обсягів та структури інвестиційного портфелю дозволив відзначити, що ринкова вартість інвестиційного портфелю КБ «Райффайзен Банк Аваль» протягом 2016 року збільшилась на 1,090 млн.грн. або на 16,1%. При цьому змінилась структура портфелю банку в розрізі

окремих фінансових інструментів: сума векселів та корпоративних акцій в портфелі зменшилась на 0,068 та 0,08 млн. грн. відповідно, збільшилась частка найбільш надійних фінансових інструментів, таких як облігації внутрішньої державної позики (ОВДП) та зовнішні державні зобов'язання.

Проведений аналіз доходності та ризику інвестиційного портфелю «Райффайзен Банк Аваль» дозволив констатувати успіхи інвестиційних менеджерів «Райффайзен Банк Аваль», оскільки їм за аналізований період вдалося підвищити доходність портфелю на 0,9% при тому, що рівень портфельного ризику був знижений на 0,5%. Аналіз показників рентабельності інвестиційного портфелю «Райффайзен Банк Аваль» дозволив зробити висновки, що найбільш рентабельними є, відповідно, найбільш ризиковані фондові інструменти – акції підприємств, які забезпечують рентабельність на рівні 15,6%; найменш рентабельними є відповідно найбільш надійні активи – внутрішні та зовнішні державні зобов'язання.

Інформаційні технології відіграють одну з вирішальних ролей у розвитку банківського бізнесу, мають усе більший вплив на його конкурентоспроможність та якість, оперативність прийняття рішень, швидкість розрахунків та рівень інформаційної захищеності.

Існує залежність між обсягом випущених на ринку цінних паперів та обсягом вкладень банків у цінні папери, розвитку фондового ринку та активізації інвестиційної діяльності банків на ньому будуть сприяти наступні заходи:

- розвиток організованої торгівлі цінними паперами та підвищення ступеня прозорості укладання угод на фондовому ринку;
- формування розвиненого ринку державних цінних паперів, на якому б оберталися низькоризикові та високоліквідні папери, випущені для фінансування економіки (конкретних інвестиційних проектів);
- забезпечення формування цивілізованого іпотечного ринку.



## ВИСНОВКИ

В процесі виконання роботи було проведено дослідження теоретичних та практичних аспектів кредитного та інвестиційного портфеля на прикладі «Райффайзен Банк Аваль». Розглянуто математичні моделі для розв'язування задач оптимізації кредитного та інвестиційного портфелів банку з метою максимізації їхньої прибутковості та мінімізації ризику. Для побудови математичних моделей було використано задачі лінійного програмування, які розв'язуються симплекс-методом.

Проведене дослідження економічної сутності інвестицій, з врахуванням вітчизняного та зарубіжного досвіду розвитку інвестиційного процесу в сучасних умовах та підходи до оцінки інвестиційних ресурсів банку і на цій основі розроблення шляхів оптимізації інвестиційного портфеля банку. Також, була розкрита сутність та надана характеристика інвестиційній діяльності банку, розглянуто структуру і якість кредитного портфеля банку, проведено аналіз кредитного портфеля, досліджено основні класифікаційні ознаки поділу банківських інвестицій, розглянуті методи інвестиційної політики комерційного банку з метою ефективного формування інвестиційного портфеля.

Оскільки найбільший прибуток банку досягається завдяки кредитним операціям, то особливу увагу слід приділити оцінці структури та якості кредитного портфеля. Управління кредитним портфелем дає змогу балансувати та стримувати ризик усього портфеля, контролювати ризик. Управління кредитними ризиками вимагає систематичного кількісного та якісного аналізу кредитного портфеля та роботи з проблемними кредитами.

У дипломній роботі розглянуті шляхи оптимізації портфеля послуг, що надаються банками.

За результатами розв'язання задачі можемо зробити такі висновки щодо формування оптимальної структури кредитного портфеля комерційного банку:

– враховуючи встановлені ризики менеджментом банку обмеження, найбільшу частку (20%) мають становити кошти на кредит четвертого виду, оскільки цей вид кредиту є найприбутковішим для банку;

Цей вид кредиту є пріоритетним для банку, тому можемо рекомендувати менеджменту банку проводити заходи щодо їх розширення.

Решта кредитів не є настільки привабливою для банку, оскільки або занадто ризикована, або низькоефективним, тому їхня частка має становити по 2%-3% від загального обсягу кредитного портфеля.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Волошин І. Ціноутворення кредитів на основі підходу “грошовий потік під ризиком”: комплексний погляд на кредитний ризик і ризик ліквідності // Вісник Національного банку
2. Вовк В.Я. Кредитування і контроль: навч. посібник/ Вовк В.Я., Хмеленко О.В. – К.: Знання, 2011. – 388 с.
3. Герасимович А. М. Аналіз банківської діяльності: підручник / Герасимович А. М., Алексеєнко М. Д., Парасій-Вергуненко І. М. – К.: КНЕУ, 2011. – 599 с.
4. Іваненко Т. Грушко В., // Вісник Національного банку України. - 2014. - № 2. - С. 28-32.
5. Ковалев А. П. Кредитный риск- менеджмент: Монография. – К.: Сузір'я, 2007. – 406 с.
6. Коцовська Р.Р. Банківські операції: підручник / Коцовська Р.Р., Павлишин О.П., Хміль Л.М. – К.: Фінанси і статистика, 2011. – 390 с
7. Наконечний С. І., Савіна С. С. Н-22 Математичне програмування: Навч. посіб. — К.: КНЕУ, 2003. — 452 с
8. Рясних Є.Г. Система управління кредитним портфелем у комерційному банку / Є.Г. Рясних, А. А. Понамарьов, М. О. Микитин // Вісник Хмельницького національного університету. –2011. – № 2. – С.146 – 150.
9. Терещенко О. Оцінка кредитних ризиків: відповідність новацій НБУ міжнародній практиці /Вісник Національного банку України. – 2012. – № 9. – С. 4–8.
- 10.Офіційний сайт Національного банку України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.bank.gov.ua>.
- 11.Річний звіт Райффайзен Банку Аваль , 2016 рік
- 12.<http://www.gov.ua>
- 13.<https://svitinvest.com.ua/analitika-ru/torgovye-idei/rajffajzen-bank-aval-analiticheskaya-zametka>

14. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0841-01>

## Додатки

## Додаток А

АТ «Райффайзен Банк Аваль»

Консолідована фінансова звітність згідно з МСФЗ

**Консолідований звіт про фінансовий стан  
станом на 31 грудня 2016 року**

(в тисячах грн.)

	Примітки	2016 р.	
<b>Активи</b>			
Грошові кошти та їх еквіваленти	7	10 292 755	1
Торгові цінні папери	9	808 776	
Заборгованість кредитних установ	10	10 168 968	
Кредити клієнтам	11	27 923 626	2
Активи, призначені для продажу	12	55 275	
Інвестиційні цінні папери:	13		
- за справедливою вартістю, з відображенням переоцінки як прибутку або збитку		3 380 399	
- наявні для продажу		1 172	
Інвестиційна нерухомість	14	160 627	
Основні засоби	15	1 972 930	
Нематеріальні активи	16	387 256	
Поточні активи з податку на прибуток		385 153	
Відстрочені активи з податку на прибуток	17	743 261	
Інші активи	19	1 084 439	
<b>Всього активи</b>		<b>57 364 637</b>	<b>5</b>
<b>Зобов'язання</b>			
Заборгованість перед кредитними установами	20	3 295 105	
Заборгованість перед клієнтами	21	44 103 262	3
Поточні зобов'язання з податку на прибуток		9	
Субординований борг	23	-	
Резерви	18	53 418	
Інші зобов'язання	19	892 168	
<b>Всього зобов'язання</b>		<b>48 343 962</b>	<b>4</b>
<b>Капітал</b>			
Статутний капітал	24	6 154 516	
Додатково сплачений капітал		3 033 097	
Резерви переоцінки	24	937 165	
Резервні та інші фонди		318 739	
Непокритий збиток		(1 246 779)	(

## Додаток Б

*Концентрація кредитів клієнтам*

Станом на 31 грудня 2016 року Банк мав концентрацію кредитів в розмірі 10 349 362 тис. грн., наданих десятьом найбільшим позичальникам або групам позичальників (19,11% загального кредитного портфелю) (2015 р.: 10 317 403 тис. грн., 18,08%). За цими кредитами було сформовано резерв у розмірі 6 586 754 тис. грн. (2015 р.: 5 626 841 тис. грн.).

Кредити надаються переважно в Україні фізичним особам та підприємствам, що здійснюють свою діяльність в таких галузях:

	<b>2016 р.</b>	<b>%</b>	<b>2015 р.</b>	<b>%</b>
Фізичні особи	16 447 125	30	20 707 991	36
Торгові підприємства	11 426 579	21	12 439 253	22
Сільське господарство та харчова промисловість	10 497 162	19	7 323 128	13
Виробництво	8 039 789	15	8 159 902	14
Нерухомість та будівництво	5 202 760	10	5 512 219	10
Послуги	1 490 034	3	1 710 747	3
Транспорт і зв'язок	693 729	1	786 918	1
Інші галузі	368 259	1	434 395	1
	<b>54 165 437</b>	<b>100</b>	<b>57 074 553</b>	<b>100</b>

*Дебіторська заборгованість за фінансовою орендою*

Кредити клієнтам включають дебіторську заборгованість за фінансовою орендою, яку можна проаналізувати таким чином:

	<b>2016 р.</b>		<b>2015 р.</b>	
	<b>сукупна</b>	<b>чиста</b>	<b>сукупна</b>	<b>чиста</b>
Дебіторська заборгованість за фінансовою орендою:				
До 1 року	962 899	854 274	1 274 220	1 082 340
Від 1 до 5 років	1 137 021	1 088 613	1 991 632	1 851 736
Більше 5 років	8 272	8 084	25 188	23 695
Незароблені фінансові доходи майбутніх періодів за фінансовою орендою	(157 221)	-	(333 269)	-