

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**ДРОЗД АНДРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ**

УДК 336.717.061

**МОДЕЛЮВАННЯ КРЕДИТНО-ДЕПОЗИТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ  
КОМЕРЦІЙНОГО БАНКУ ІЗ ВРАХУВАННЯМ НЕСВОЄЧАСНОГО  
ПОВЕРНЕННЯ КРЕДИТІВ**

Спеціальність 08.00.11 – математичні методи, моделі  
та інформаційні технології в економіці

**АВТОРЕФЕРАТ**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата економічних наук

Київ – 2017

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі математичного моделювання економічних систем Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерства освіти і науки України.

**Науковий керівник:** доктор фізико-математичних наук, професор  
**Капустян Володимир Омелянович**,  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря  
Сікорського»,  
завідувач кафедри математичного  
моделювання економічних систем.

**Офіційні опоненти:** доктор економічних наук, професор  
**Камінський Андрій Борисович**,  
Київський національний університет імені  
Тараса Шевченка,  
професор кафедри економічної кібернетики;

доктор економічних наук, професор,  
**Матвійчук Андрій Вікторович**,  
Державний вищий навчальний заклад  
«Київський національний економічний  
університет імені Вадима Гетьмана»,  
професор кафедри економіко-математичного  
моделювання.

Захист відбудеться «10» квітня 2017 року о 16<sup>00</sup> на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.001.48 Київського національного університету імені Тараса Шевченка за адресою: 03022, м. Київ, вул. Васильківська, 90-А, ауд. 203.

З дисертацією можна ознайомитись у Науковій бібліотеці ім. М. Максимовича Київського національного університету імені Тараса Шевченка за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 58, к. 12.

Автореферат розісланий «    » \_\_\_\_\_ 2017 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради,  
кандидат економічних наук, доцент

О.В. Баженова

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Актуальність економіко-математичного моделювання кредитної та депозитної діяльності комерційного банку із врахуванням несвоєчасного повернення кредитів проявляється в теоретичному та практичному аспектах.

В теоретичному аспекті динамічні моделі кредитно-депозитної діяльності комерційного банку не враховують несвоєчасного повернення кредитів. Часткові моделі, що відповідають окремим напрямкам діяльності банку, не розглядають невизначеність в часі повернення кредиту. Інші підходи враховують тільки частку кредитів, що не будуть повернені взагалі, і роблять поправку при ціноутворенні на таку частку.

В практичному аспекті актуальність моделювання кредитно-депозитної діяльності комерційного банку із врахуванням запізнення при поверненні кредитів пов'язана із тим, що підходи до ведення кредитної та депозитної діяльності, що застосовуються на практиці, не враховують можливе запізнення при поверненні кредитів, і таким чином применшують наслідки несвоєчасного повернення кредитів та реагують у разі настання, замість превентивного врахування при веденні кредитно-депозитної діяльності.

Наприклад, при проведенні геп-аналізу, оцінюються обсяги зобов'язань, які потрібно буде повернути, та обсяги надходжень від активних операцій банку на майбутні періоди – як поденно на короткостроковій перспективі, так і на подальші місяці. У разі виникнення затримки при поверненні кредитів, для виконання своїх миттєвих чи короткострокових зобов'язань банк буде змушений залучати кошти, що пов'язано з додатковими витратами та ризиком невиконання взятих зобов'язань. Натомість, при врахуванні несвоєчасного повернення кредитів оцінка надходжень від повернених кредитів була би більш точною і банк міг би акумулювати необхідні кошти для виконання зобов'язань із меншою ціною залучення.

Проблемам банківської діяльності та управління ціновою політикою присвятили свої дослідження такі відомі вітчизняні та зарубіжні науковці, як Ф.Біншток, Ю.Гойденко, П.Дибвінг, М.Дорохова, В.Єсіпов, М.Іскаков, П.Конюховський, Ю.Коробов, О.Лаврушин, Ю.Масленченков, П.Пільцер, Б.Попов, Д.Росс, Ю.Рубін, Т.Сакайя, Р.Салимжанов, Р.Солоу, Т.Стюарт, Д.Тобін, В.Усоскин, Е.Уткін, І.Фішер, А.Чудаков, Ф.Шерер, П.Шуляк та інші. В Україні значний внесок у розвиток економіко-математичного моделювання банківської діяльності внесли О. Береславська, М.Волошин, О.Гришин, В.Іваненко, К.Ільченко, Д.Козак, О.Куц, Д.Осіпенко, М. Румянцев, М. Савлук, А.Умрик, О. Черняк. Суттєвий внесок у розвиток методології моделювання фінансових та, зокрема, кредитних ризиків був зроблений Г.Великоіваненко, В.Вітлінським, А.Камінським, А.Матвійчуком тощо. Різні аспекти моделювання динаміки фінансових часових рядів представлені у працях І.Благуна, І.Волошина, В.Гейця, В.Даніча, Т.Клебанової, Ю.Лисенка, Н.Максишко, В.Перепилиці, В.Порохні, Л.Сергєєвої, В.Соловйова, О.Шарапова, І.Шелевицького та інших вчених.

Отже, на сьогодні проблема моделювання затримки при поверненні кредитів формує актуальну наукову проблематику. Тому важливою є задача моделювання кредитної та депозитної діяльності комерційного банку на основі економіко-математичної моделі, що враховуватиме несвоєчасне повернення кредитів, що зумовило вибір теми дослідження, його мету та завдання.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота у частині моделювання впливу запізнення при оптимальному керуванні кредитно-депозитною діяльністю банку є складовою наукових досліджень кафедри математичного моделювання економічних систем Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»: «Моделювання поведінки економічних агентів в умовах трансформаційної економіки» (реєстраційний номер 0110U001335), № ФММ-6/2-2013 «Розробка нових алгоритмів теорії оптимального керування та їх застосування в моделюванні економічних систем» (реєстраційний номер 0113U001985), № ФММ-6/1-2013 «Моделювання структурно-функціональних зв'язків в умовах трансформаційної економіки» (реєстраційний номер 0113U001984).

**Мета і завдання дослідження.** Метою дисертаційної роботи є розробка концептуальних положень та побудова економіко-математичних моделей кредитної та депозитної діяльності комерційного банку із врахуванням несвоєчасного повернення кредитів.

Відповідно до мети дослідження в дисертації поставлено та вирішено наступні завдання:

- проаналізувати вплив несвоєчасного повернення кредитів та ліквідності на кредитно-депозитну діяльність банку та обґрунтувати необхідність їх врахування при моделюванні кредитно-депозитної діяльності комерційного банку;
- дослідити теоретичні та практичні моделі кредитної та депозитної діяльності банків та обґрунтувати вибір підходу для моделювання цієї діяльності із врахуванням запізнення при поверненні кредитів;
- розробити концептуальну модель кредитної та депозитної діяльності комерційного банку із врахуванням несвоєчасного повернення кредитів;
- створити сімейство моделей діяльності комерційного банку з врахуванням запізнення при поверненні кредитів, отримати аналітичні розв'язки та проаналізувати частинні випадки сімейства моделей;
- програмно реалізувати отриману систему моделей та отримати чисельні розв'язки задачі оптимальної кредитно-депозитної діяльності з метою максимізації капіталу банку, протестувати роботу відповідного алгоритму;
- побудувати функції попиту на кредити та пропозиції депозитів на основі статистичної інформації одного із банків України для оцінки параметрів моделі на основі реальних даних;

- провести комп'ютерне експериментальне дослідження розробленої системи моделей основної діяльності комерційного банку на різних часових проміжках;
- обґрунтувати прогностичні можливості побудованої системи моделей.

*Об'єктом дослідження* є кредитна та депозитна діяльність в комерційному банку.

*Предметом дослідження* є економіко-математичні методи моделювання кредитної та депозитної діяльності комерційного банку із врахуванням несвоєчасного повернення кредитів.

*Методи дослідження.* При виконанні дисертаційної роботи методологічним підґрунтям було застосування системного аналізу, індукції та дедукції, комплексних підходів, що базуються, з одного боку, на принципах економічної теорії (зокрема, теорії фірми, ціноутворення, попиту та пропозиції, раціональної поведінки та банківсько-кредитної системи), а з іншого – на концептуальних засадах економіко-математичного моделювання процесів в економіці та фінансах. Методи теорії диференціальних рівнянь та нелінійних динамічних систем використовуються для побудови функціональних моделей кредитно-депозитної діяльності комерційного банку (п. 2.3, 2.4, 3.1). Методи теорії оптимального керування, зокрема, метод Лагранжа та принцип максимуму Понтрягіна для визначення розв'язків частинних випадків сімейства моделей кредитно-депозитної діяльності комерційного банку (п. 2.4). Для визначення математичного сподівання прибутку у моделях кредитно-депозитної діяльності із врахуванням несвоєчасного повернення кредитів використовуються методи та математичний апарат теорії ймовірностей і математичної статистики (п. 2.3, 3.1, 3.3). Для побудови індивідуальних функцій попиту на кредити та пропозиції депозитів для одного із банків України використовуються кореляційно-регресійний аналіз (п. 3.2). Метод побудови різницевих рівнянь з диференціальних рівнянь для дискретизації моделі та створення програмного продукту для комп'ютерного моделювання, метод покоординатного спуску було використано для отримання розв'язків програмно реалізованої задачі оптимального керування кредитно-депозитною діяльністю банку (п. 3.1).

Інформаційною базою дисертаційного дослідження є нормативно-правові акти з питань банківського регулювання в Україні, статистичні дані Національного банку України, звітні дані науково-дослідних центрів та установ, фінансові звіти банків, статистичні дані щодо кредитних та депозитних угод українського банку. Дисертаційна робота виконана з використанням комп'ютерних технологій, зокрема програмних пакетів MATLAB та MS Excel.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає у розробці економіко-математичних моделей кредитно-депозитної діяльності комерційного банку із врахуванням несвоєчасного повернення кредитів. Основні результати, що отримані автором дисертації та складають наукову новизну, полягають у такому:

*вперше:*

- розроблено модель кредитно-депозитної діяльності комерційного банку із

врахуванням несвоєчасного повернення кредитів, яка на відміну від наявних підходів до управління кредитним ризиком розкриває часовий механізм несвоєчасного повернення кредитів і дозволяє оцінити їх вплив на кредитно-депозитну діяльність комерційного банку;

***удосконалено:***

- підходи до моделювання кредитно-депозитної діяльності банку за допомогою потокових моделей банку, що враховують динамічний характер вхідних та вихідних грошових потоків, деталізацію цих грошових потоків, врахування їх взаємозв'язку та впливу на прибуток та капітал банку в умовах несвоєчасного повернення кредитів;

- підхід до врахування несвоєчасного повернення кредитів при моделюванні банківської діяльності, що включає врахування реалізації кредитного ризику в часі та різний вплив на кредитно-депозитну діяльність комерційного банку дочасного повернення кредитів та повернення кредитів із запізненням, що дозволить зменшити витрати банку та ризик ліквідності;

***дістали подальшого розвитку:***

- концептуальні підходи до класифікації моделювання кредитно-депозитної діяльності, що включає поділ на моделі, що враховують несвоєчасне повернення кредитів (як дочасне повернення, так і повернення із запізненням) та моделі, що не враховують його;

- теоретико-методичні засади побудови функцій попиту на кредити та пропозиції депозитів на основі статистичних даних кредитних та депозитних угод банку, що дає змогу практичного використання потокових моделей банку та врахування несвоєчасного повернення кредитів в таких моделях;

- застосування методів оптимального керування в економіці шляхом представлення банку як об'єкту керування, де керуючі впливи здійснюються за рахунок вибору обсягів виданих кредитів та обсягів залучених депозитів, відповідних їм кредитної та депозитної ставки, а фазовою змінною виступає капітал банку.

**Практичне значення одержаних результатів** дисертаційної роботи полягає у створенні моделі, що дозволяє визначати оптимальні обсяги виданих кредитів та залучених депозитів, та відповідні кредитні та депозитні ставки із можливістю врахування запізнення при поверненні кредитів в залежності від попиту на кредити та пропозиції депозитів.

Результати проведеного наукового дослідження впроваджені у практичну діяльність ПАТ «Альфа-Банк» при розробці окремих практичних заходів щодо формування кредитної політики (довідка №23 від 14 вересня 2016р.). Зокрема, прийнято пропозиції та рекомендації щодо врахування несвоєчасного повернення кредитів у процесі здійснення кредитної діяльності. Результати дисертації були використані ПАТ «Перший Український Міжнародний Банк» при розробці окремих практичних заходів для аналізу кредитних ризиків (довідка №423-01 від 3 жовтня 2016р.). Зокрема, прийнято пропозиції щодо врахування несвоєчасного повернення кредитів у процесі здійснення кредитної діяльності при аналізі

кредитних ризиків клієнтів в сегменті малого та середнього бізнесу. Також було здійснено впровадження результатів дисертаційної роботи при аналізі економічної складової процесів сталого розвитку в ННК «Світовий центр даних з геоінформатики та сталого розвитку» (довідка від 20 жовтня 2016р.).

Теоретичні та практичні положення дисертаційної роботи були використані та впроваджені у навчальний процес кафедри математичного моделювання економічних систем Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (довідка №3115-38 від 8 вересня 2016р.) при викладанні курсів: «Моделювання економіки», «Економіко-математичні методи та моделі: оптимізаційні методи та моделі», «Оптимальне керування та теорія ігор в економіці».

**Особистий внесок здобувача.** Дисертація є оригінальною, самостійно виконаною науковою працею, в якій викладено авторський підхід до моделювання кредитно-депозитної діяльності банку із врахуванням несвоєчасного повернення кредитів. Наукові положення, висновки і рекомендації, які виносяться на захист, одержані автором самостійно. З наукових праць, опублікованих у співавторстві, у дисертації використані лише ті ідеї та положення, які отримані автором особисто.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертації доповідалися та обговорювалися на 9 Міжнародних та Всеукраїнських наукових конференціях, а саме: The 13th Annual Doctoral Conference (м.Прага, Чеська Республіка, червень 2012 р.), II міжнародна науково-методична конференція «Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці» (м.Чернівці, травень 2011 р.), XVI всеукраїнська науково-методична конференція «Проблеми економічної кібернетики» (м.Одеса, вересень 2011 р.), Міжнародна науково-практична конференція «Економіко-соціальні аспекти реформування та розвитку України» (м.Київ, вересень 2011 р.), V міжнародна науково-практична конференція «Теорія і практика економічного аналізу: сучасний стан, актуальні проблеми та перспективи розвитку» (м.Тернопіль, вересень 2011 р.), II Міжнародна конференція молодих вчених ЕМ-2011 (м.Львів, листопад 2011 р.), VII Міжнародна конференція «Науково-технічний розвиток: економіка, технології, управління» (м.Київ, березень 2008 р.), V Міжнародна науково-практична конференція «Моделювання та прогнозування економічних процесів» (м.Київ, грудень 2011 р.), XIV Всеукраїнська науково-практична конференція «Проблеми і перспективи розвитку банківської системи України» (м.Суми, жовтень 2011 р.), III Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології та моделювання в економіці» (м.Черкаси, квітень 2012 р.), III Міжнародна науково-практична конференція «Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці» (м.Чернівці, травень 2013р.), VIII Науково-практична конференція «Моделювання і прогнозування економічних процесів» (м.Київ, грудень 2014 р.), IX Науково-практична конференція «Моделювання і прогнозування економічних процесів» (м.Київ, грудень 2015 р.).

Автор також брав участь у наукових семінарах кафедри математичного моделювання економічних систем НТУУ «КПІ» (м. Київ, 2010-2016рр.).

**Публікації.** Основні положення, результати та висновки наукової роботи автора висвітлено у 24 публікаціях загальним обсягом 6,83 д.а. (з них особисто автору належить 4,72 д.а.), з яких 10 наукових статей (4,95 д.а., з них 3,03 д.а. – авторські), у тому числі 9 статей в наукових фахових виданнях України (з них 8 статей у виданнях, які входять до наукометричних баз даних) і 1 – в іноземному науковому виданні, та 14 публікацій за матеріалами наукових конференцій.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг роботи становить 246 сторінок. Основний зміст дослідження викладено на 195 сторінках і включає 3 таблиці та 72 рисунки. Список використаних джерел налічує 168 найменувань на 18 сторінках, 6 додатків розміщено на 33 сторінках.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету, завдання, предмет, об'єкт і методи дослідження. Висвітлено наукову новизну, практичне значення отриманих результатів, повідомлено про їх апробацію та публікації за темою дисертаційної роботи.

У **першому розділі «Теоретико-методологічні основи банківської діяльності»** здійснено комплексний аналіз концептуальних положень та математичних моделей ціноутворення кредитів та депозитів комерційного банку, чинної нормативно-правової бази у банківській сфері. Було розглянуто різні види банківської діяльності, аргументовано, чому актуальним є розгляд саме кредитно-депозитної діяльності. Кредитно-депозитна діяльність може бути основою прибуткової роботи банку за умови правильного ціноутворення.

Наведено визначення ціноутворення, його важливість для стабільної та прибуткової роботи банку. Ціноутворення здійснюється відповідно до обраної банком стратегії, виходячи із стратегії обирається критерій ціноутворення: наприклад максимізація капіталу банку на деякий момент чи максимізація прибутку. Обґрунтовано вибір максимізації капіталу банку як критерію керування кредитно-депозитною діяльністю відповідно до рекомендацій документу Базель III.

Обґрунтовано необхідність підтримання ліквідності для стабільної роботи банку. Показано зв'язок ліквідності з вчасним поверненням кредитів позичальниками банку. На прикладі української банківської кризи 2008 року показано значний негативний вплив запізнення при поверненні кредитів. Як видно з таблиці 1, розмір і частка проблемних кредитів різко зростає з 2009 року, а до проблемних кредитів фактично відносять суму прострочених платежів за кредитом згідно даних бухгалтерської звітності. Зазначено відсутність визначення поняття «запізнення при поверненні кредиту». Натомість використовують поняття «кредитний ризик», що включає можливість виникнення запізнення при поверненні кредиту. Для протидії цьому негативному явищу якому? банкам потрібно виявляти запізнення при поверненні кредитів. Показано, як швидко банк може виявити факт запізнення при поверненні кредиту, в залежності від схеми погашення кредиту. Також для протидії запізненню при



поверненні кредитів банки використовують штрафи, пеню і комісії за прострочки за сплатою кредитів. На прикладі продукту «кредитна карта Універсальна» Приватбанку показано можливий обсяг зазначених штрафів. Обґрунтовано, що незважаючи на різні способи протидії кредитному ризику, банки недостатньо успішно вирішують цю проблему, і що можливість випадкового запізнення при поверненні кредиту слід враховувати при ціноутворенні для зменшення пов'язаних з цим ризиків.

Розглянуто підходи до ціноутворення у практиці українських банків. Наведено 6 методів ціноутворення кредитів та загальний алгоритм ціноутворення на кредитні послуги банків України. Представлено підходи до врахування ризиків при ціноутворенні та впливу геп-аналізу на ціноутворення. Проаналізовано кредитні та депозитні ставки 27 найбільших українських банків, узагальнено інформацію по кількості кредитних та депозитних продуктів, термінах, валютах та інших їх особливостях, наведено основні закономірності ціноутворення продуктів у 27 найбільших українських банків.

Таблиця 1.

## Кредитний портфель вітчизняних банків протягом 2004-2016 рр.

Показник	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Кредитний портфель, млн. грн.	73442	97197	156385	269688	485368	792244	747348	755030	825320	815327	911402	1006358	965093
Темп зростання кредитного портфеля, %	57,14	32,35	60,89	72,45	79,97	63,23	-5,67	1,03	9,31	-1,21	11,78	10,42	-4,10
Проблемні кредити, млн. грн.	2500	3145	3379	4456	6357	18015	69935	84851	79292	72564	70178	135858	213286
Темп зростання проблемних кредитів, %	18,32	25,80	7,44	31,87	42,66	183,39	288,20	21,33	-6,55	-8,49	-3,29	93,59	56,99
Частка проблемних кредитів у кредитному портфелі, %	3,40	3,24	2,16	1,65	1,31	2,27	9,36	11,24	9,61	8,90	7,70	13,50	22,10

*Джерело: складено автором на основі даних НБУ*

**Другий розділ «Економіко-математичне моделювання кредитно-депозитної діяльності банку»** присвячено теоретичним аспектам розбудови системи моделей кредитно-депозитної діяльності комерційного банку на основі диференціальних рівнянь.

Проаналізовано підходи до дослідження банківської діяльності. Обґрунтовано, що для моделювання кредитно-депозитної діяльності комерційного банку підходять моделі з мікроекономічного підходу. Для ціноутворення з врахуванням всіх аспектів і ризиків – часткові моделі, що оцінюють конкретні ризики, для ціноутворення базового продукту – потокові моделі, що поєднують в собі розгляд кредитно-депозитної діяльності банку в цілому та гнучкість врахування випадкового запізнення при поверненні кредитів.

Створено концептуальну модель кредитно-депозитної діяльності банку із врахуванням випадкового запізнення при поверненні кредитів (рис. 1). Представлено синтез різних підходів для побудови такої моделі: теорії керування, системної динаміки, еконофізики, теорії виробничої фірми. Обґрунтовано вибір ціноутворення базової ставки, кредитних та депозитних потоків, критерію максимізації капіталу банку на кінець періоду керування.

Для формалізації математичної моделі кредитно-депозитної діяльності комерційного банку із врахуванням випадкового запізнення при поверненні кредитів, були описані припущення, на яких базується модель, та запропоновано альтернативні підходи до опису вхідних та вихідних потоків, функцій попиту на кредити та пропозиції депозитів в залежності від типу моделі. Наприклад, в моделі можуть бути використані лінійні та нелінійні функції попиту на кредити. Аналогічно, запропоновано загальний критерій керування кредитно-депозитною діяльністю банку, який може бути модифікований для конкретного дослідження.

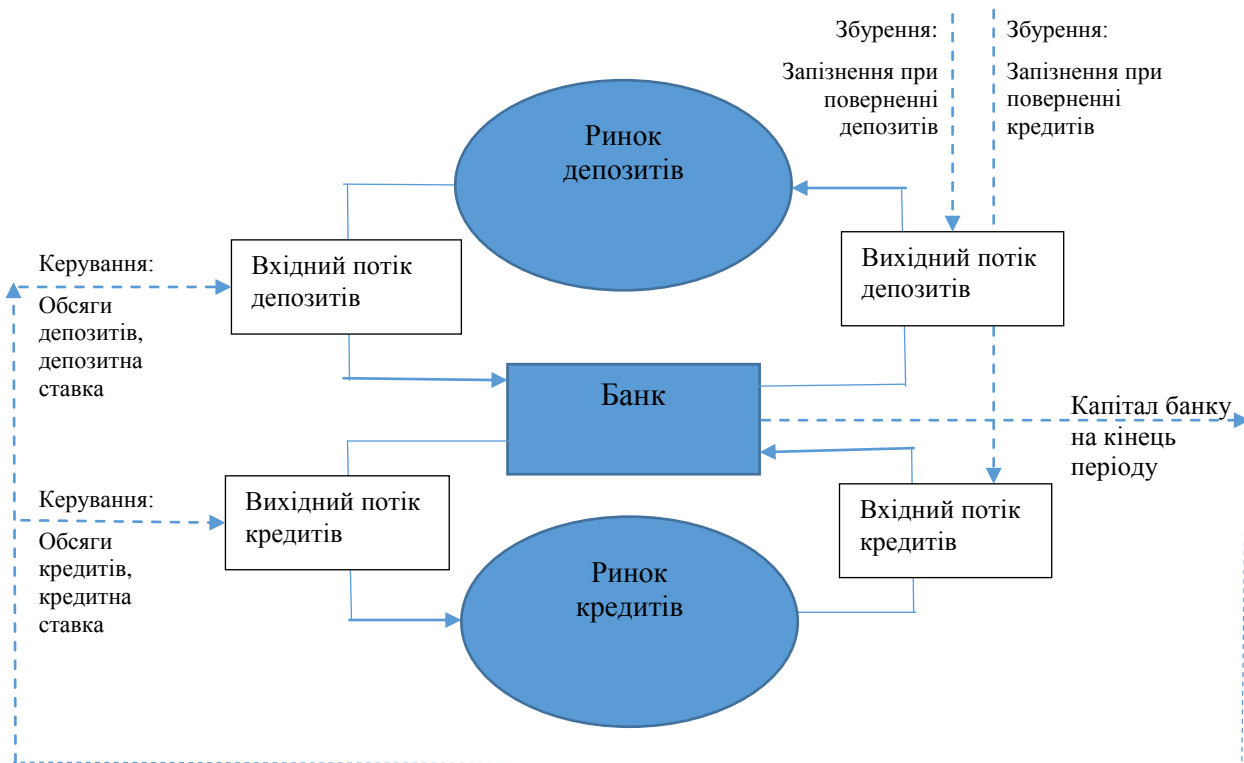


Рис. 1 Концептуальна модель кредитно-депозитної діяльності банку із врахуванням несвоєчасного повернення кредитів.

*Джерело: складено автором*

Загальна модель кредитно-депозитної діяльності банку із врахуванням несвоєчасного повернення кредитів має такий вигляд:

$$J(u_K, u_D) = \int_0^T F_0(x(t), u_K(t), u_D(t), t) dt + F_1(x(T)) \rightarrow \max_{u_K(t), u_D(t)},$$

$$0 \leq t \leq T$$

$$\dot{x}(t) = \alpha \cdot \left[ \frac{1}{t_{k2} - t_{k1}} \int_{t_{k1}}^{t_{k2}} f_K(t - \xi, u_K(t - \xi), x(t - \xi)) \cdot (1 + u_K(t - \xi)) \cdot r_k(t) d\xi - \right.$$

$$\begin{aligned}
 & -f_K(t, u_K(t), x(t)) + f_D(t, u_D(t), x(t)) - \\
 & - \frac{1}{t_{d2} - t_{d1}} \int_{t_{d1}}^{t_{d2}} f_D(t - \xi, u_D(t - \xi), x(t - \xi)) \cdot (1 + u_D(t - \xi)) \cdot r_d(t) d\xi \Big]. \\
 & x(0) = x_0 \geq 0, \\
 & x(\xi) = \varphi(\xi), \xi \in [t_0 - \max(t_{k2}, t_{d2}), t_0], \\
 & u_K(\xi) = \tilde{u}_K(\xi), \xi \in [t_0 - t_{k2}, t_0], \\
 & u_D(\xi) = \tilde{u}_D(\xi), \xi \in [t_0 - t_{d2}, t_0],
 \end{aligned}$$

де  $J(u_K, u_D)$  – критерій оптимізації керування кредитною та депозитною діяльністю банку через вибір кредитних та депозитних ставок (це може бути, наприклад, капітал банку на деякий момент часу чи інтегральний прибуток за період часу);  $\underline{u}_K \leq u_K(t) \leq \overline{u}_K$  – кредитна ставка в момент часу  $t$ , яку будемо вважати кусково-неперервною функцією, в деяких межах від  $\underline{u}_K$  до  $\overline{u}_K$ ; множину таких функцій позначимо через  $U_K$ ;  $\underline{u}_D \leq u_D(t) \leq \overline{u}_D$  – депозитна ставка в момент часу  $t$  в деяких межах від  $\underline{u}_D$  до  $\overline{u}_D$ ; множину таких функцій позначимо через  $U_D$ ;  $F_i, i = \overline{0,1}$  – деякі досить гладкі функції своїх аргументів;  $x(t) \geq 0$  – капітал комерційного банку в момент часу  $t \in (t_0, T), t_0 \geq 0$ ;  $\alpha$  – частка процентного доходу, що використовується для збільшення капіталу;  $f_K(t, u_K(t), x(t)) \geq 0$  – функція залежності обсягу виданих кредитів від кредитної ставки в момент часу  $t$  та капіталу банку в цей же момент;  $f_D(t, u_D(t), x(t)) \geq 0$  – функція залежності обсягу залучених депозитів від депозитної ставки в момент часу  $t$  та капіталу банку в цей же момент;  $r_k(t) \geq 0$  – мультиплікатор повернення кредитів;  $[t_{k1}, t_{k2}]$  – найбільш вірогідний інтервал повернення кредитів;  $r_d(t) \geq 0$  – мультиплікатор зняття депозитів;  $[t_{d1}, t_{d2}]$  – найбільш вірогідний інтервал зняття депозитів.

Для ряду частинних випадків було отримано аналітичні розв'язки моделі – кредитну та депозитну ставку, відповідні їм обсяги виданих та повернених кредитів, залучених та повернених депозитів, прибутку та капіталу, що, зокрема, максимізують капітал банку на кінець періоду керування. Для частинного випадку з використанням лінійних функцій попиту на кредити та пропозиції депозитів та капіталу банку на початок періоду керування достатнього для видачі кредитів з фіксованим запізненням при поверненні кредитів у наступному періоді, оптимальна кредитна ставка буде незмінною у часі, депозитна ставка буде рівна нулю. Капітал банку при цьому буде рости лінійно. Для частинного випадку з використанням лінійної функції попиту на кредити, довільного ненульового капіталу банку на початок періоду керування та без депозитної діяльності з фіксованим запізненням при поверненні кредитів у наступному періоді, оптимальна кредитна ставка в залежності від капіталу буде лінійно зменшуватися у часі до певного рівня, і потім залишатися незмінною з цього рівня. Для частинного випадку з використанням лінійних функцій попиту на кредити та пропозиції депозитів, капіталу банку на початок періоду керування достатнього для видачі кредитів та без депозитної діяльності з фіксованим запізненням при поверненні кредитів та обмеженнями на кредитну та депозитну ставки, оптимальна кредитна та депозитна ставки демонструють суттєво відмінну поведінку в залежності від близькості до закінчення періоду керування: в останніх

періодах банку недоцільно видавати кредити та доцільно залучати депозити за максимально можливою депозитною ставкою. Було наведено умови, за яких оптимальними ставками будуть нижня чи верхня межа з обмеження на ціноутворення.

В третьому розділі «Прикладна реалізація моделювання кредитної та депозитної діяльності комерційного банку» розроблено автоматизовану систему, що програмно реалізує створений інструментарій для моделювання кредитно-депозитної діяльності комерційного банку.

Для комп'ютерного моделювання кредитно-депозитної діяльності банку із врахуванням несвоєчасного повернення кредитів, модель було приведено до дискретного вигляду за допомогою різницевих рівнянь. Дискретну модель із врахуванням запізнення було реалізовано в середовищі Matlab. Для цього обґрунтовано крок дискретизації, зменшення якого уже не мало б сенсу, вибір методу перебору для пошуку оптимуму. Коректність роботи програми була проілюстрована шляхом порівняння отриманих аналітичних результатів для частинних випадків моделі та результатів отриманих шляхом комп'ютерного моделювання. Обґрунтовано необхідність отримання реальних індивідуальних функцій попиту і пропозиції, оскільки вони є ключовими для практичного використання моделі для певного банку. Виявлено, що маючи необхідні дані про кредитні та депозитні угоди банку за достатньо тривалий період часу, можливо побудувати його індивідуальні функції попиту на кредити та пропозиції депозитів.

На прикладі статистичних даних українського комерційного банку, було побудовано лінійну функцію попиту на кредити та лінійну функцію пропозиції депозитів (рис. 2). Лінійні функції попиту та пропозиції мають загальний вигляд:

$$f_K(t, u_K(t), x(t)) = K - b \cdot u_K(t),$$

$$f_D(t, u_D(t), x(t)) = D + a \cdot u_D(t).$$

де  $K, b$  — коефіцієнти лінійної залежності функції попиту на кредити,  $D, a$  — коефіцієнти лінійної залежності функції пропозиції депозитів.

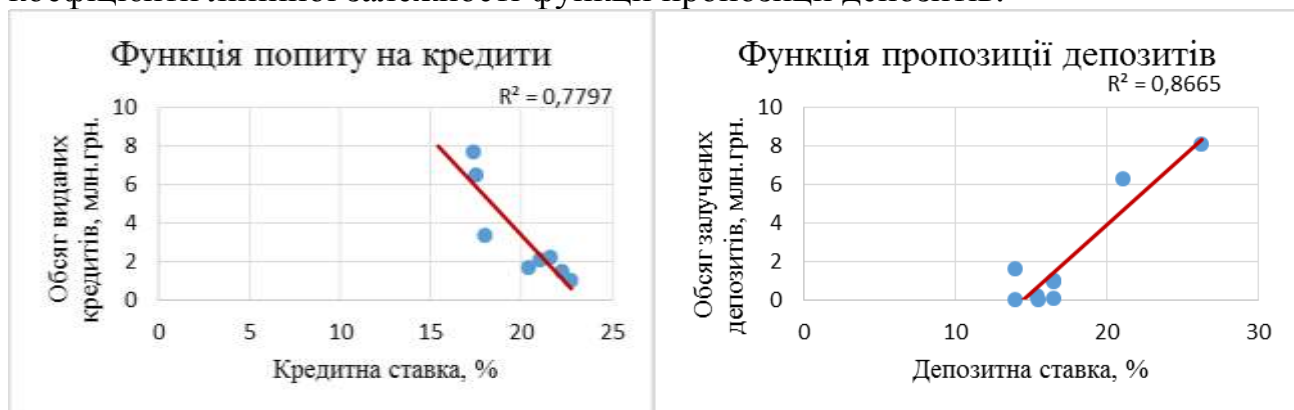


Рис. 2 Регресійна лінійна функція попиту на кредити та лінійна функція пропозиції депозитів одного банку.

*Джерело: складено автором*

Розроблено методику підготовки вихідних даних для побудови функції регресії та оцінено точність та адекватність отриманих функцій. Коефіцієнти детермінації, що показують міру тісноти лінійного зв'язку моделей функцій

попиту на кредити та пропозиції депозитів, є достатньо високими – 0,7797 для функції попиту на кредити та 0,8665 для функції пропозиції депозитів, а самі функції адекватними, якщо оцінювати їх за математичним сподіванням та розподілом залишків. Отримані функції попиту на кредити та пропозиції депозитів використано для комп'ютерного моделювання дискретної моделі кредитно-депозитної діяльності банку із врахуванням несвоєчасного повернення кредитів. Чисельно досліджено поведінку моделі без запізнення, зі сталим запізненням та з випадковим запізненням, вплив зміни різних параметрів на поведінку моделі, наведено графіки, що демонструють такий вплив.

Для випадку моделі без запізнення проаналізовано вплив на поведінку моделі збільшення та зменшення параметрів функцій попиту на кредити та пропозиції депозитів (таблиця 2). Було виявлено, що зміна параметрів функцій впливає не лише на кредитну чи депозитну діяльність відповідно, а й на всі розглянуті показники банку. Кредитна та депозитна ставки змінюються синхронно і однонаправлено. Зростання параметрів зсувів функцій залежності обсягів кредитів та депозитів від відповідних кредитної та депозитної ставки веде до збільшення кредитної та депозитної ставки, а зростання параметру нахилу функції обсягів виданих кредитів в залежності від кредитної ставки веде до зменшення кредитної та депозитної ставки.

Таблиця 2.

Вплив зростання параметрів функції попиту та пропозиції, капіталу банку та часу на показники банківської діяльності

	$K \uparrow$	$b \uparrow$	$D \uparrow$	$a \uparrow$	$x \uparrow$	$t \uparrow$
Кредитна ставка	↑		↓	↓	↓	↓
Депозитна ставка	↑		↓	↓	↓	↓
Обсяг виданих кредитів	↑	↓		↑	↑	↑
Обсяг повернених кредитів	↑	↓	↑	↑	↑	↑
Обсяг залучених депозитів	↑	↑	↑	↑	↓	↓
Обсяг повернених депозитів	↑	↑	↑	↑	↓	↓
Прибуток	↑	↓	↑	↑	↑	↑
Капітал на кінець періоду керування	↑	↓	↑	↑	↑	↑

*Джерело: складено автором*

Для випадку моделі із сталим запізненням проаналізовано відмінність поведінки від моделі без запізнення, виявлено суттєве ускладнення поведінки моделі. На оптимальні кредитну та депозитну ставки, обсяги кредитів та депозитів, прибуток та капітал банку впливають не лише параметри функцій попиту на кредити та пропозиції депозитів, капітал банку на початок періоду керування та час, а й тривалість періоду керування, величина запізнення при поверненні кредитів та депозитів, різниця між величиною запізнення при поверненні кредитів та депозитів, кредитні ставки та обсяги кредитів та депозитів

до початку періоду керування, схема повернення кредиту. Представлено, яким чином ці фактори впливають на оптимальні кредитну та депозитну ставки, на обсяги кредитів та депозитів, прибуток та капітал банку, наведено графіки та виявлено, що зміни параметрів функцій попиту на кредити та пропозиції депозитів впливають на поведінку моделі таким же чином, як і у випадку без запізнення.

Виявлено, що банк проявлятиме в діяльності риси фінансової піраміди (це оптимальна поведінка для банку) – залучатиме депозити та повертатиме їх за рахунок інших залучених депозитів, – за таких умов: термін залучення депозитів менший, ніж термін видачі кредитів, тіло кредиту разом з відсотками повертається в кінці терміну, кредитна ставка суттєво вища за депозитну ставку, в деякі періоди, коли потрібно повертати залучені депозити з відсотками, не очікується повернення раніше виданих кредитів.

Для випадку моделі з випадковим запізненням було досліджено характер випадкового запізнення на прикладі українського банку (рис. 3), з використанням цього запізнення отримано оптимальні апріорні кредитні та депозитні ставки що максимізують математичне сподівання капіталу банку на кінець періоду керування (рис. 4), було описано поведінку моделі, розподіли обсягів кредитів та депозитів, прибутку та капіталу.

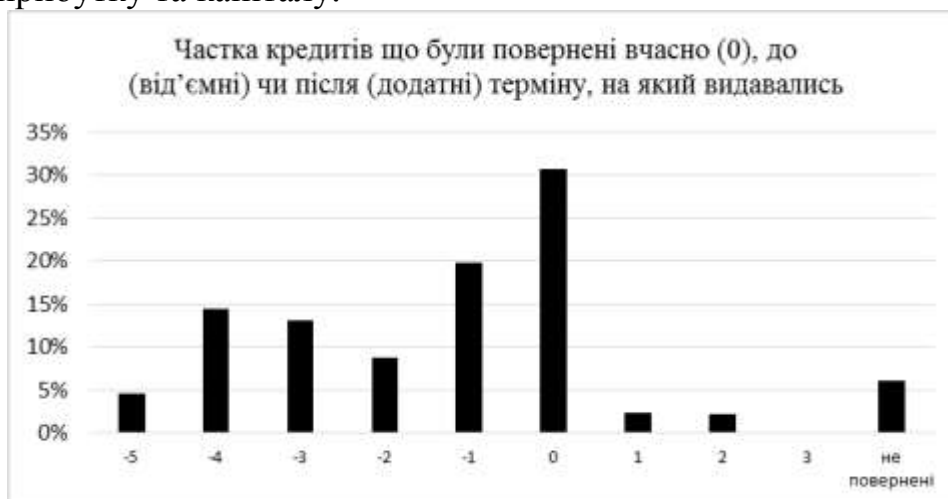


Рис. 3 Частоти періодів, в які були повернені кредити, видані на 5 років, за нуль взято п'ятий рік повернення

Джерело: складено автором



Рис. 4 Оптимальні кредитні та депозитні ставки з випадковим запізненням при поверненні кредитів

*Джерело: складено автором*

Під оптимальними апріорними ставками маються на увазі ставки, що визначаються наперед на тривалий період керування кредитно-депозитною діяльністю банку. Також розглядалися оптимальні адаптивні ставки – такі, що визначаються на основі врахування поточних реалізацій випадкового запізнення при поверненні кредитів за попередні періоди, і таким чином адаптуються до них.

Запропоновано альтернативний спосіб керування кредитною діяльністю – адаптивні кредитні ставки (рис. 5) та відповідні обсяги виданих кредитів, що зменшує ризик втрати ліквідності банку і збільшує капітал банку на кінець періоду керування.

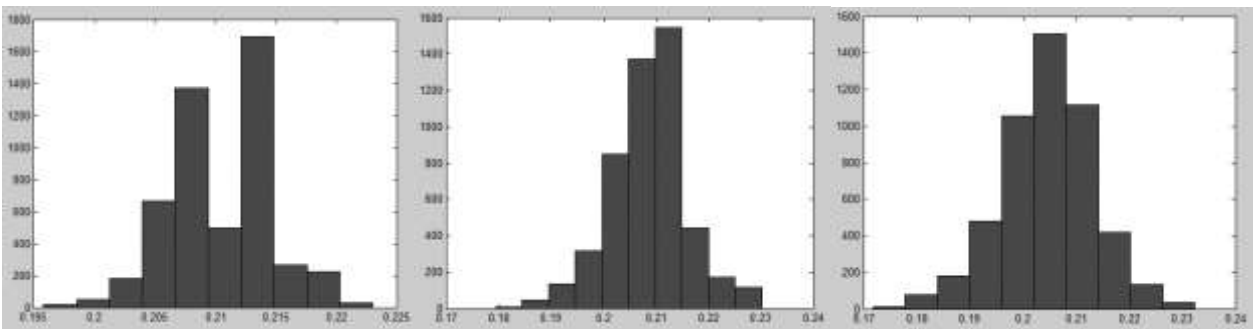


Рис. 5 Адаптивні кредитні ставки (з 5000 експериментів) в перші 3 моменти часу з випадковим запізненням при поверненні кредитів

*Джерело: складено автором*

Було проведено порівняння розрахованих результатів оптимального керування кредитно-депозитною діяльністю з результатами діяльності банку за відомий період. В результаті моделювання отримано наступні результати (рис. 6). Модель була верифікована на фактичних даних українського банку – його кредитні та депозитні ставки, обсяги кредитів та депозитів були змодельовані та отримано результат на кінець періоду керування, що збігався із капіталом, взятим із балансової звітності банку. З використанням такого ж підходу і оптимального керування із врахуванням несвоєчасного повернення кредитів було отримано інші результати капіталу банку.



Рис. 6 Капітал банку (у грн) на основі фактичної статистичної інформації та при комп'ютерному моделюванні із різним керуванням.

*Джерело: складено автором*

Знайдено оцінку негативного впливу випадкового запізнення при поверненні кредитів на результат діяльності банку – чистий процентний дохід, що додається до капіталу банку: через запізнення лише за розглянуті 3 місяці, капітал банку на кінець періоду керування міг би бути більшим на 2,84% (532 млн. грн. в абсолютному вираженні). За умови здійснення банком оптимального керування кредитно-депозитною діяльністю навіть відповідно до моделі, що не враховує випадкове запізнення, він міг би мати капітал банку на кінець періоду керування на 0,04% більший (на 3 млн. грн. в абсолютному вираженні). За умови ж використання оптимального ціноутворення за допомогою моделі, що враховує випадкове запізнення при поверненні кредитів, капітал банку на кінець періоду керування міг би бути на 3,98% більший за умови використання оптимальних апріорних ставок, та на 4,21% більший за умови використання оптимальних адаптивних ставок (в абсолютному вираженні на 747 млн. грн. та на 790 млн. грн. більше відповідно).

З отриманих результатів можна зробити висновок, що використання при керуванні кредитно-депозитною діяльністю банку моделі, що враховує випадкове запізнення при поверненні кредитів, дає можливість отримати більший капітал банку на кінець періоду керування не лише у порівнянні із існуючою практикою банку, але й у порівнянні з моделями, що не враховують випадкове запізнення.

Використання оптимальних адаптивних ставок дає кращий результат, ніж використання оптимальних апріорних ставок. Окрім більшого капіталу на кінець періоду керування (рис. 6), за адаптивних ставок менший ризик втрати ліквідності банку: при використанні оптимальних апріорних ставок при 5000 експериментів з випадковим запізненням, у 6,2% випадків у банку не вистачало коштів в касі та на коррахунках, щоб повертати депозити, у той же час як при використанні адаптивних кредитних ставок цей показник рівний нулю.



Таким чином, як для максимізації капіталу банку на кінець періоду керування, так і для зменшення ризику втрати ліквідності варто використовувати моделі із врахуванням запізнення при поверненні кредитів та оптимальні адаптивні ставки.

## ВИСНОВКИ

У дисертації здійснено теоретичне узагальнення і запропоновано нове вирішення важливого наукового завдання, яке полягає у розробці економіко-математичних моделей кредитно-депозитної діяльності комерційного банку із врахуванням несвоєчасного повернення кредитів.

Проведене дослідження дозволило сформулювати висновки, які відображають отримані результати відповідно до поставленої мети.

1. На основі літературних джерел було проаналізовано вплив запізнення та ліквідності на кредитно-депозитну діяльність банку. Для протидії запізненню при поверненні кредитів банки практикують штрафи, пеню та комісії, проте це не вирішує проблему повністю. Тому можливість випадкового запізнення при поверненні кредитів потрібно враховувати при веденні кредитно-депозитної діяльності.

2. Досліджено практику ведення кредитно-депозитної діяльності українськими банками. Описано кілька методів ціноутворення, частина з яких не враховує кредитного ризику. Навіть при врахуванні кредитного ризику не враховується несвоєчасне повернення кредитів. Серед українських банків виявлено значне різноманіття як по кількості кредитних та депозитних продуктів, так і по кредитним та депозитним ставкам, було узагальнено інформацію по термінах, валютах та наведено основні закономірності ціноутворення 27 найбільших українських банків.

3. Обґрунтовано, що для моделювання кредитно-депозитної діяльності комерційного банку підходять моделі з мікроекономічного підходу. Для ціноутворення з урахуванням всіх деталей і ризиків – часткові моделі, що займаються оцінкою конкретних ризиків, для ціноутворення базового продукту – поточкові моделі, що поєднують розгляд кредитно-депозитної діяльності банку в цілому та гнучкість врахування випадкового запізнення при поверненні кредитів.

4. Розроблено концептуальну модель кредитно-депозитної діяльності комерційного банку із врахуванням випадкового запізнення при поверненні кредитів. Описано синтез різних підходів для побудови такої моделі: теорії керування, системної динаміки, екофізики, теорії виробничої фірми. Обґрунтовано вибір ціноутворення базової ставки, кредитних та депозитних потоків, критерію максимізації капіталу банку на кінець періоду керування.

5. Побудовано сімейство моделей кредитно-депозитної діяльності комерційного банку з врахуванням несвоєчасного повернення кредитів. Представлено припущення моделі, запропоновано альтернативні підходи до опису вхідних та вихідних потоків, функцій попиту на кредити та пропозиції депозитів, запропоновано загальний критерій керування, який може бути модифікований для конкретного дослідження.

6. На основі створеної моделі кредитно-депозитної діяльності комерційного банку для частинних випадків було отримано оптимальні кредитну та депозитну ставку, відповідні їм обсяги виданих та повернених кредитів, залучених та повернених депозитів, прибутку та капіталу банку на кінець періоду керування.

7. За допомогою різницевих рівнянь модель було приведено до дискретного вигляду і реалізовано в середовищі Matlab, обґрунтовано крок дискретизації, вибір методу для пошуку оптимуму. Коректність роботи програми була проілюстрована шляхом порівняння отриманих аналітичних результатів у другому розділі та результатів, отриманих шляхом комп'ютерного моделювання.

8. Обґрунтовано необхідність побудови реальних індивідуальних функцій попиту і пропозиції. На основі статистичних даних кредитних та депозитних угод побудовано функцію попиту на кредити та функцію пропозиції депозитів, описано методику підготовки вихідних даних для побудови функції регресії та оцінено точність та адекватність отриманих функцій.

9. На основі реалізації симуляції розробленої моделі та отриманих функцій попиту на кредити та пропозиції депозитів, було проведено експериментальне дослідження моделі на різних часових проміжках, без запізнення, зі сталим запізненням та з випадковим запізненням, наведено вплив зміни різних параметрів на поведінку моделі. Запропоновано спосіб ціноутворення, що зменшує ризик втрати ліквідності банку і збільшує капітал банку (в розглянутому прикладі через 3 місяці на 3,98% – 4,21% за умови використання оптимальних кредитних ставок, що враховують несвоєчасне повернення кредитів).

10. На основі дослідження моделі та її припущень, було розглянуто прогностичні можливості побудованої системи моделей. Через використання економетричних функцій попиту на кредити та пропозиції депозитів прогностичні можливості моделі є задовільними на часовому проміжку до третини від часового проміжку вхідних статистичних даних, що були взяті для побудови функцій попиту на кредити та пропозиції депозитів.

## **ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

### ***Статті у наукових фахових виданнях України:***

1. Дрозд А.О. Ефективне керування рекламними витратами банку / А.О. Дрозд, В.О. Капустян // Економіка та держава. – 2010. – № 6. – С. 65-67 (0,13 д.а., особисто автору належить 0,10 д.а.: формулювання математичної моделі комерційного банку).

### ***Статті у наукових фахових виданнях України, що входять до міжнародних наукометричних баз даних:***

2. Дрозд А.О. Застосування сімейства потокових моделей банку у банківській діяльності / А.О. Дрозд, О.Є. Сокульський // Економіка та держава. – 2015. – №4. – С. 103-106 (0,27 д.а., особисто автору належить 0,25 д.а.: оптимальне ціноутворення для часткових випадків моделі, висновки щодо застосування; входить до міжнародних наукометричних баз даних Index Copernicus, Google Scholar та ін.).

3. Дрозд А. О. Чисельне моделювання ціноутворення банку за умови випадкового запізнення при поверненні кредитів / А. О. Дрозд, В. О. Капустян // Економіка та держава. – 2016. – №8. – С. 104–115 (0,55 д.а., особисто автору належить 0,28 д.а.: результати чисельного моделювання; входить до міжнародних наукометричних баз даних *Index Copernicus*, *Google Scholar* та ін.).

4. Дрозд А. О. Вплив запізнення при поверненні кредитів на ціноутворення продуктів банку [Електроний ресурс] // Ефективна економіка. – 2016. - №8 (серпень). – Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5116> (0,27 д.а.; входить до міжнародних наукометричних баз даних *Index Copernicus*, *Google Scholar* та ін.).

5. Капустян В.О. Оптимальні кредитні та депозитні ставки двопродуктового комерційного банку / В.О. Капустян, А.О. Дрозд // Економічний аналіз. Збірник наукових праць. – Тернопільський національний економічний університет, 2012. – випуск 11. Частина 2. – С. 356-361 (0,32 д.а. , особисто автору належить 0,27 д.а.: розробка теоретичних положень щодо застосування диференціального рівняння для моделювання ціноутворення кредитів та депозитів комерційного банку; входить до міжнародних наукометричних баз даних *Index Copernicus*, *Google Scholar* та ін.).

6. Дрозд А. О. Оптимальні кредитні та депозитні ставки багатодуктового комерційного банку / В.О. Капустян, А.О. Дрозд // Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». – К.: ВПК «Політехніка», 2013. - № 10. – С. 537-542 (0,32 д.а., особисто автору належить 0,16 д.а.: оптимальне ціноутворення для моделі багатодуктового банку; входить до міжнародних наукометричних баз даних *РИНЦ*, *Google Scholar* та ін.).

7. Дрозд А. О. Керування кредитною та депозитною ставками комерційного банку з капіталом достатнім для задоволення попиту на кредити / А.О. Дрозд, В.О. Капустян // Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». – К.: ВПК «Політехніка», 2014. - № 11. – С. 548-563 (0,73 д.а., особисто автору належить 0,37 д.а.: припущення моделі, оптимальне керування, аналіз результатів; входить до міжнародних наукометричних баз даних *РИНЦ*, *Google Scholar* та ін.).

8. Дрозд А. О. Оптимальне ціноутворення кредитного та депозитного продуктів комерційного банку // Бізнес Інформ. – 2015. – №5. – С. 100–108 (0,41 д.а.; входить до міжнародних наукометричних баз даних *Index Copernicus*, *Google Scholar* та ін.).

9. Дрозд А. О. Загальна модель ціноутворення кредитного та депозитного продуктів комерційного банку за умови випадкового запізнення при поверненні кредитів / А. О. Дрозд, О.В. Капустян // Бізнес Інформ. – 2016. – №7. – С. 47–51 (0,23 д.а., особисто автору належить 0,12 д.а.: формулювання і виведення сімейства моделей.; входить до міжнародних наукометричних баз даних *Index Copernicus*, *Google Scholar* та ін.).

**Статті в іноземних наукових виданнях:**

10. Andros S. A design of optimal interest rate is on credit for receipt of maximal profit of commercial bank / S. Andros, A. Drozd // *Management & Sustainable Development*. – Sofia, Bulgaria – 2012. – vol. 14. – P. 102-107. (0,27 д.а., особисто автору належить 0,25 д.а.: розрахунок оптимальних кредитних і депозитних ставок).

***Матеріали наукових конференцій:***

11. Drozd A. Optimal Behavior of the Bank with Capital Sufficiency for Meeting Demand on Its Loans / A. Drozd // *Collection of Papers 2012*. – Prague: Oeconomica Publishing house, 2012. – P. 17-27 (0,5 д.а.).

12. Дрозд А.О. Моделювання кредитного ризику в потоковій моделі банку / Дрозд А.О., Капустян В.О. // *Збірник наукових праць «Сучасні проблеми економіки і підприємництва»*, випуск 5, ч.2. – Київ.: ВПК «Політехніка», 2010. – С. 103–105 (0,14 д.а., особисто автору належить 0,07 д.а.: висновки щодо моделювання кредитного ризику в потоковій моделі та рекомендації щодо застосування моделі).

13. Дрозд А.О. До впливу невизначеності у термінах повернених кредитів на грошовий потік банку / Дрозд А.О., Капустян В.О. // *Матеріали II міжнародної науково-методичної конференції «Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці»*. – Чернівці: «ДрукАрт», 2011. – С. 109-110 (0,09 д.а., особисто автору належить 0,05 д.а.: врахування невизначеності при поверненні кредитів в грошовому потоці).

14. Дрозд А.О. До питання керування кредитною діяльністю банку. / Дрозд А.О., Капустян В.О. // *Матеріали XVI всеукраїнської науково-методичної конференції «Проблеми економічної кібернетики»*. Том 2. – Одеса: ОНПУ, 2011. – С. 105–106 (0,09 д.а., особисто автору належить 0,05 д.а.: модель кредитної діяльності банку).

15. Дрозд А.О. Керування кредитною ставкою комерційного банку з метою максимізації прибутку. // *Збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції «Економіко-соціальні аспекти реформування та розвитку України»*. – Київ: КЕНЦ, 2011. – С. 80–82 (0,14 д.а.).

16. Дрозд А.О. Порівняння керування кредитною та кредитно-депозитною діяльністю банку з капіталом, достатнім для задоволення максимального попиту на кредити. // *Збірник тез V міжнародної науково-практичної конференції «Теорія і практика економічного аналізу: сучасний стан, актуальні проблеми та перспективи розвитку»*. – Тернопіль: СМП «Тайп», 2011. – С. 96–98 (0,14 д.а.).

17. Дрозд А.О. Керування основною діяльністю банку із власним капіталом, достатнім для задоволення максимального попиту на кредити. // *Матеріали II Міжнародної конференції молодих вчених ЕМ-2011*. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. – с. 244–245 (0,09 д.а.).

18. Дрозд А.О. До аналізу оптимального керування кредитною ставкою комерційного банку за різних функцій попиту на кредити. // *Збірник тез доповідей XIV Всеукраїнської науково-практичної конференції*. – Суми: ДВНЗ «УАБС НБУ», 2011. – с. 111–112 (0,09 д.а.).

19. Дрозд А.О. Парадокс Бертрана в потоковій моделі банку. // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Моделювання та прогнозування економічних процесів». – Київ: НТУУ «КПІ», 2011. – С. 7 (0,05 д.а.).

20. Дрозд А.О. Огляд питання невизначеності в термінах погашення кредитів. // Матеріали VII Міжнародної конференції «Науково-технічний розвиток: економіка, технології, управління». – Київ: НТУУ «КПІ», 2008. – С. 238 (0,05 д.а.).

21. Дрозд А.О. Вплив обмежень кредитної ставки на поведінку комерційного банку // Збірник наукових праць III Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології та моделювання в економіці». – Черкаси, 2012. – С. 91-93 (0,14 д.а.).

22. Капустян В.О. Оптимальне ціноутворення в комерційному банку / В.О. Капустян, А.О. Дрозд // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці». – Чернівці, 2013. – С. 139-140 (0,09 д.а., особисто автору належить 0,05 д.а.: висновки щодо оптимального ціноутворення комерційного банку).

23. Дрозд А.О. Моделювання залежності обсягу виданих кредитів від кредитної ставки банку // Матеріали VIII Науково-практичної конференції «Моделювання і прогнозування економічних процесів». – Київ: НТУУ «КПІ», 2014. – С. 57-60 (0,18 д.а.).

24. Дрозд А.О. Конфлікт інтересів в банківській діяльності // Матеріали IX Науково-практичної конференції «Моделювання і прогнозування економічних процесів». – Київ: НТУУ «КПІ», 2015. – С. 46-48 (0,09 д.а.).

## АНОТАЦІЯ

**Дрозд А. О. Моделювання кредитно-депозитної діяльності комерційного банку із врахуванням несвочасного повернення кредитів. – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук за спеціальністю 08.00.11 – математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці. – Київський національний університет імені Тараса Шевченка Міністерства освіти і науки України, Київ, 2016.

У дисертації розглядається процес визначення оптимальних обсягів виданих кредитів та залучених депозитів, відповідних їм кредитної та депозитної ставок комерційного банку, що максимізують капітал банку на кінець періоду керування. Для вирішення цієї задачі було використано модель банку, в якій депозити та кредити представляються як грошові потоки, що залежать від кредитної та депозитної ставок відповідно. Було дано опис моделі та перелік припущень, на яких вона базується. На основі моделі була поставлена задача максимізації капіталу за умови керування кредитною та депозитною ставкою. Для вирішення

задачі було проведене чисельне моделювання та було знайдено, що оптимальні кредитна та депозитна ставки залежать від капіталу банку на початок періоду керування, параметрів функцій попиту на кредити та пропозиції депозитів, тривалість періоду керування, величина запізнення при поверненні кредитів та депозитів, різниця між величиною запізнення при поверненні кредитів та депозитів, кредитні ставки та обсяги кредитів та депозитів до початку періоду керування, схема повернення кредиту. В результаті чисельного моделювання було отримано оптимальні кредитну та депозитну ставки, зроблено порівняння отриманих результатів з результатами діяльності банку за відомий період. Отримано результат, що за умови використання оптимального ціноутворення (оптимальних апріорних ставок чи оптимальних адаптивних ставок), банк міг би мати капітал банку на кінець періоду керування на 4% більший ніж мав у дійсності. На основі цього результату для максимізації капіталу банку на кінець періоду керування, так і для зменшення ризику втрати ліквідності рекомендується використовувати моделі із врахуванням запізнення при поверненні кредитів та оптимальні адаптивні ставки.

*Ключові слова:* модель банку, кредити, депозити, оптимальне керування, максимізація капіталу.

## АННОТАЦІЯ

**Дрозд А. О. Моделирование кредитно-депозитной деятельности коммерческого банка с учетом несвоевременного возврата кредитов. – Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук по специальности 08.00.11 – математические методы, модели и информационные технологии в экономике. – Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко Министерства образования и науки Украины, Киев, 2016.

В диссертации рассматривается моделирование кредитно-депозитной деятельности коммерческого банка с учетом несвоевременного возврата кредитов. Было проанализировано место кредитно-депозитной деятельности в работе коммерческого банка, влияние несвоевременного возврата кредитов на прибыль и ликвидность банка, исследованы используемые на практике подходы к управлению кредитно-депозитной деятельностью и теоретические модели банковской деятельности.

Оптимальное управление кредитно-депозитной деятельностью рассматривается через процесс определения оптимальных объемов выданных кредитов и привлеченных депозитов, соответствующих им кредитной и депозитной ставок коммерческого банка, которые максимизируют капитал банка на конец периода управления. Для решения этой задачи была использована экономико-математическая модель банка, в которой депозиты и кредиты представляются как денежные потоки, которые зависят от кредитной и депозитной ставок соответственно. Были приведены концептуальная модель кредитно-депозитной деятельности банка с учетом несвоевременного возврата кредитов, перечислено перечень допущений, на которых она базируется, дано

краткое описание модели входящих в нее функций спроса на кредиты и предложения депозитов.

На основании модели была поставлена задача максимизации капитала при условии управления кредитной и депозитной ставками. Для решения задачи было проведено численное моделирование в математическом пакете MATLAB и было найдено, что оптимальные кредитная и депозитная ставки зависят от капитала банка на начало периода управления и от параметров функций спроса на кредиты и предложения депозитов, длительности периода управления, размера запаздывания при возвращении кредитов и депозитов, разницы между сроками привлечения депозитов и выдачи кредитов, кредитных и депозитных ставок до периода управления, схемы возвращения кредита.

В результате численного моделирования были получены оптимальные объемы выданных кредитов и привлеченных депозитов, оптимальные кредитная и депозитная ставки, проведено сравнение полученных результатов с результатами деятельности банка за известный период. Получен результат, что при использовании оптимального ценообразования (оптимальных априорных ставок или оптимальных адаптивных ставок), банк мог бы иметь капитал банка на конец периода управления больший на 4%, чем имел в действительности. На основании этого результата для максимизации капитала банка на конец периода управления и для уменьшения риска потери ликвидности рекомендуется использовать модели с учетом запаздывания при возвращении кредитов и оптимальные адаптивные ставки.

Ключевые слова: модель банка, кредиты, депозиты, оптимальное управление, максимизация капитала.

## ANNOTATION

**A. Drozd. Modelling of loan-deposit activity of commercial bank considering not in-time loans returns. – Manuscript.**

A dissertation offered for the scientific degree of Candidate of Economics in specialty 08.00.11 – Mathematical methods, models and information technologies in economy. – Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, 2016.

The dissertation describes how to determine the optimal volumes of loans and deposits, the corresponding credit and deposit rates of commercial banks that maximize the bank's capital at the end of control period. To solve this problem we used a bank model in which deposits and loans are presented as cash flows that depend on the credit and deposit rates accordingly. We presented a description of the model and the list of assumptions on which the model is based. Using the model, the problem of capital maximization with the credit and deposit rates management was formulated. To solve the problem we carried out numerical simulations and found that the best loan and deposit rates depend on the bank's capital at beginning of control period, on parameters of demand for loans function and deposits supply function, on duration of control period, on delay of returns of loans and deposits, on the difference between the delay of returns of loans and deposits, on credit and deposit rates and volumes of loans and deposits at the start of control period, on scheme of repayment. As a result of numerical

simulation were received the optimal loan and deposit rates, was made a comparison of results with the results of the bank for a certain period. We received the results, that using of optimal pricing (optimal a priori rates or optimal adaptive rates), the bank would have capital of the bank at the end of control period 4% more than had in reality. Based on this result, to maximize the bank's capital at end of control period, and to reduce the risk of liquidity loss it is recommended to use models that are taking into account the delay in returning of loans and to use optimal adaptive rates.

Keywords: bank model, loans, deposits, optimal control, capital maximization.