

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОНОМІКИ ТА БІЗНЕС-АДМІНІСТРУВАННЯ
КАФЕДРА БІЗНЕС-АНАЛІТИКИ ТА ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ**

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри бізнес-аналітики
та цифрової економіки
_____ Наталія КАСЬЯНОВА
« ____ » _____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ЗДОБУВАЧА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 051 «ЕКОНОМІКА»
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА «ЕКОНОМІЧНА КІБЕРНЕТИКА»

Тема: «Економіко-математичне моделювання управління банківськими ризиками»

Виконавець: ЧЕКІНА Руслан

Керівник: д.е.н., доцент ТЕЛЬНОВА Ганна

Консультанти з розділів:

Розділ 1: д.е.н., доцент ТЕЛЬНОВА Ганна

Розділ 2: д.е.н., доцент ТЕЛЬНОВА Ганна

Нормоконтролер із ЄСКД (ЄСПД):

ст. викладач ДИЯК Юлія

КИЇВ 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет економіки та бізнес-адміністрування

Кафедра бізнес-аналітики та цифрової економіки

Спеціальність 051 «Економіка»

Освітньо-професійна програма «Економічна кібернетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри бізнес-аналітики
та цифрової економіки

_____ Наталія КАСЬЯНОВА
«_____» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Студента: ЧЕКІНИ Руслана

Тема роботи: «Економіко-математичне моделювання управління банківськими ризиками» затверджена наказом ректора № 506/ст від 13.04.2023 р.

1. Термін здачі студентом закінченої роботи на кафедру: 19.06.2023 р.
2. Вихідні дані до роботи: фінансова звітність УКРСИББАНКУ, дані Національного Банку України, макроекономічні показники Європейського Союзу, наукові праці вітчизняних та зарубіжних вчених, електронні інформаційні джерела.

3. Зміст дослідження: розглядаються теоретичні основи моделювання управління банківськими ризиками; досліджуються методи та підходи до управління цими ризиками; вивчаються економіко-математичні моделі, які застосовуються в управлінні ризиками; проводиться розробка економіко-математичних моделей управління банківськими ризиками. Аналіз вартості ризику (Value at Risk) використовується для оцінки операційного ризику, а моделювання надзвичайного ризику враховує специфіку банківського сектору. Також надаються рекомендації стосовно розробки та застосування економіко-математичної моделі управління інвестиційними ризиками банку.

4. Перелік обов'язкових демонстраційних матеріалів: 10 слайдів

5. Календарний план-графік

№ пор.	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання	Позначки керівника про виконання завдань
1	Отримання завдання на кваліфікаційну роботу	25.02.23	<i>виконано</i>
2	Огляд літератури за темою	01.03.23-10.03.23	<i>виконано</i>
3	Опрацювання теоретичних засад з методик управління банківських ризиків	01.04.23-01.05.23	<i>виконано</i>
4	Дослідження інструментів оцінки ризику, прогнозування ризику.	05.05.23-07.05.23	<i>виконано</i>
5	Оцінка ефективності різних методів оцінки ризику	10.05.23-15.05.23	<i>виконано</i>
6	Планування дослідження, систематизація комплексу застосування методі оцінки ризику	17.05.23-19.05.23	<i>виконано</i>
7	Систематизація теоретичної інформації про банківські ризики	19.05.23-23.05.23	<i>виконано</i>
8	Аналіз отриманих результатів	23.05.23-28.05.23	<i>виконано</i>
9	Розробка слайдів та написання Доповіді	28.05.23-09.06.23	<i>виконано</i>
10	Попередній захист кваліфікаційної роботи	13.06.23	<i>виконано</i>
11	Корегування роботи за результатами попереднього захисту	13.06.23-15.06.23	<i>виконано</i>
12	Остаточне оформлення кваліфікаційної роботи та слайдів	15.06.23-16.06.23	<i>виконано</i>
13	Підписання відгуку та рецензії	19.06.2023	<i>виконано</i>
14	Захист кваліфікаційної роботи у ДЕК	21-23.2023	<i>виконано</i>

6. Дата видачі завдання: 13.04.2023 р.

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Ганна ТЕЛЬНОВА

Завдання прийняв до виконання _____ Руслан ЧЕКІНА

РЕФЕРАТ

Чекіна Руслан. Економіко-математичне моделювання управління банківськими ризиками – Кваліфікаційна робота зі спеціальності 051 «Економіка», ОПП «Економічна кібернетика». Національний авіаційний університет Міністерства освіти і науки України, м. Київ, 2023.

Випускна робота містить 70 сторінок, 5 таблиць, 8 рисунків, список використаних джерел з 35 найменувань.

Об'єктом є процес управління банківськими ризиками.

Предметом дослідження є економіко-математичні моделі оцінки банківських ризиків.

В ході роботи було використано різні методи, такі як: метод визначення вартості ризику Value at Risk, економіко-статистичні методи, множинна лінійна регресія, аналіз часових рядів, кореляційно-регресійний аналіз та безпосередньо нейро-мережева модель.

Ключові слова: моделювання, управління, банківські ризики, банківська діяльність, банківська система, економіка, методи, підходи, економіко-математичні моделі, аналіз вартості ризику, Value at Risk, операційний ризик, надзвичайний ризик, інвестиційний ризик, ризикова аналітика.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІННЯ БАНКІВСЬКИМИ РИЗИКАМИ	9
1.1 Поняття банківської діяльності та роль банківської системи в економіці.....	9
1.2 Методи та підходи до управління банківськими ризиками.....	17
1.3 Економіко-математичні моделі управління ризиками	21
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛІННЯ БАНКІВСЬКИМИ РИЗИКАМИ	28
2.1 Застосування аналізу вартості ризику (Value at Risk) для оцінки операційного ризику	28
2.2 Моделювання надзвичайного ризику для банку.....	36
2.3 Рекомендації щодо розробки та застосування економіко-математичної моделі управління інвестиційними ризиками банку	43
ВИСНОВОК.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	59
ДОДАТКИ.....	63

ВСТУП

У останні роки в системі українських банків, яка вимушена функціонувати та динамічно розвиватися в деструктивних умовах, все більша увага приділяється оцінці та управлінню банківськими ризиками. Ця проблема постає не лише перед керівництвом фінансових установ, їхніх акціонерів, аудиторів, клієнтів і контрагентів, але й перш за все Національного банку України - державного інституту, що сприяє забезпеченню стабільності банківської системи в країні.

Управління банківськими ризиками є невід'ємною частиною функціонування будь-якого банку. Оскільки ризики можуть призвести до великих фінансових втрат та негативно вплинути на репутацію банку, важливо мати ефективні стратегії управління ризиками.

В Україні ризики, пов'язані з банківською діяльністю, залишаються на високому рівні. Серед них варто виділити інвестиційні ризики, кредитні ризики, економічна криза як надзвичайний ризик для банку. Нестабільна динаміка макроекономічних показників не тільки негативно впливає на банківську діяльність, а й значно підсилює банківські ризики. Крім того, існує обмежена ресурсна база, слабка інституційна структура, неефективна політика реанімації проблемних банків, а також неефективна нормативно-правова база.

З огляду на це виникає потреба у дослідженні інструментів управління банківськими ризиками. Моделювання може допомогти виявити та оцінити різні типи ризиків, а також розробити ефективні стратегії для їх управління.

Метою дослідження є удосконалення економіко-математичного інструментарію оцінки та управління банківськими ризиками.

Для досягнення мети кваліфікаційної роботи поставлено задачі:

визначення поняття банківської діяльності та ролі банківської системи в економіці;

узагальнення методів та підходів до управління банківськими ризиками;

систематизація економіко-математичних моделей управління ризиками;

аналіз вартості ризику (Value at Risk) для оцінки операційного ризику;
моделювання надзвичайного ризику для банку;
обґрунтування рекомендацій щодо розробки та застосування економіко-математичної моделі управління інвестиційними ризиками банку.

Об'єктом є процес управління банківськими ризиками.

Предметом дослідження є економіко-математичні моделі оцінки банківських ризиків.

Для досягнення поставленої мети та розв'язання завдань дослідження використовувалися різні методи і підходи. Зокрема, була застосована лінійна регресія для аналізу залежностей між різними факторами та банківськими ризиками. Лінійна регресія дозволяє встановити статистичні зв'язки між залежною змінною (наприклад, ризиком кредитування) та незалежними змінними (наприклад, рівнем економічного розвитку, показниками стабільності банку тощо). Також використовувався аналіз часових рядів для виявлення та прогнозування тенденцій у розвитку банківських ризиків. Аналіз часових рядів дозволяє виявити сезонність, тренди та інші регулярні залежності у динаміці ризиків, що допомагає управлінцям банків отримати більш точні та передбачувані дані для прийняття рішень. Для більш складних аналізів та прогнозування були використані нейронні мережі. Нейронні мережі здатні здійснювати глибокий аналіз великих обсягів даних та виявляти складні залежності між різними факторами та ризиками. Вони можуть бути застосовані для прогнозування майбутніх значень ризиків на основі наявних даних та попередніх тенденцій. Використання різних методів та підходів дозволяє отримати більш повне та об'єктивне розуміння банківських ризиків і розробити ефективні стратегії їх управління.

Практична значимість роботи полягає у тому, що використання економіко-математичного моделювання може допомогти банкам виявити та оцінити різні типи ризиків та розробити ефективні стратегії для їх управління. Отже, дослідження даної теми є актуальним та має важливе значення для банківської галузі та економіки в цілому.

Результати дослідження були представлені на XXIII Міжнародній науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених конференції «Політ. Сучасні проблеми науки», яка була проведена в м. Київ 7 квіт. 2023 [24].

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІННЯ БАНКІВСЬКИМИ РИЗИКАМИ

1.1 Поняття банківської діяльності та роль банківської системи в економіці

Банківська система має великий вплив на економічний розвиток через виконання своїх основних функцій. Одна з таких функцій полягає у створенні грошей і регулюванні грошової маси. Це досягається шляхом зміни кількості грошей у циркуляції відповідно до зміни попиту на гроші. Таким чином, банки забезпечують економіку необхідними грошовими ресурсами[26].

Банківська система також виконує трансформаційну функцію, що полягає у мобілізації вільних коштів підприємств і громадян та їх подальшому перерозподілі у вигляді кредиту іншим суб'єктам. Це дозволяє використовувати тимчасово вільні кошти для інвестиційних цілей і сприяє розвитку економіки в цілому.

Основні моделі впливу банківської системи на сектор економіки наведено у табл. 1.1.

«Після розгляду даних моделей можна зробити висновок, що існує пряма залежність між банківською системою та економічним розвитком. Основним чином банківська система впливає на економічний розвиток через інвестиції. Саме інвестиційні вкладення забезпечують процес швидкого створення нових продуктивних сил чи стрімкого оновлення діючих, вони стимулюють стійке розширення масштабів діяльності господарської системи, яке виявляється у збільшенні розмірів застосованої суспільної праці і виробленого продукту – товарів і послуг» [2, с. 5].

Таблиця 1.1

Основні моделі впливу банківської системи на стан реального сектора
економіки

Автор моделі	Сутність моделі
Кінг, Левін.	Моделювання причинно-наслідкових зв'язків між різними показниками розвитку підприємництва і банківського бізнесу. Обґрунтовується, що проблеми у фінансовому секторі зменшують швидкість впровадження нових технологій, а також темп економічного зростання. У той же час розвиток фінансового сектора, навпаки, збільшує продуктивність праці і накопичення капіталу.
Джаяратне, Страхан.	Авторами в моделі досліджуються вплив послаблення регулювання діяльності банківських філій в штатах США на темпи економічного зростання. Обґрунтовується, що розвиток фінансового сектора покращує економічну динаміку.
Левін, Зервос.	В моделі обґрунтовується, що розвиток фінансового сектора чинить вплив на економічне зростання, навіть з врахуванням багатьох інших економічних, політичних і фінансових чинників.
Дж.Х'юстон	В даній моделі показано, що обсяг позик, що надаються регіональними банками, дуже чутливий саме до місцевих економічних умов, тобто обсяг виданих кредитів збільшується в періоди зростання економіки в регіоні і скорочується в період рецесії.
Бергер, Уделл, Петерсен, Раджан.	В моделі характеризується залежність плати за кредит та інших умов кредитування від наявності довгострокових угод про надання кредитної лінії. Доведено, що подібні стосунки з позичальниками дозволяють банкам знижувати для них плату за кредит і встановлювати гнучкіші умови запозичення.
Маккей, Моліне, Піллофф.	Авторами обґрунтовано, що економічні характеристики регіонів в значній мірі визначають взаємозв'язок між фінансовим розвитком і темпом економічного зростання.
Раджан, Зінгалес, Четореллі, Гамбера, Левін	Авторами проведено аналіз впливу розвитку фінансового сектора на формування окремих не фінансових галузей економіки. Було виявлено статистично значимий вплив розвитку фінансового сектора на економічну динаміку.
Аллен, Сантомеро.	В даній моделі доведено, що домогосподарства і фірми виграють як власне від розвитку фінансового сектори, так і від підвищення темпів зростання економіки в результаті розвитку фінансового сектора. У першому випадку відбувається збільшення спектру доступних фінансових послуг, а в другому – покращення економічної динаміки в цілому.
Бек, Левін. Ланца	Дослідили 63 країни за період 1960-1995 рр. й підтвердили статистично важливий зв'язок між розвитком фінансових посередників та ростом реального ВВП на душу населення та продуктивністю праці.
Бек, Демнрух-Кунт, Левін.	Вони довели, що банки, небанківські фінансові інститути, фінансові компанії, пенсійні фонди, а також ринки акцій більш розвинуті й ефективні у найбагатших країнах і що з ростом багатства тієї чи іншої країни спостерігається ріст її фінансової системи.

Джерело: [1, с. 48]

Слід додати, що банківська система відіграє важливу роль у забезпеченні економіки необхідними фінансовими ресурсами для інвестиційного розвитку і стимулює його зростання.

«Тому необхідність здійснення банками інвестиційних вкладень впливає насамперед з прагнення банків досягти найбільшої дохідності за одночасної підтримки своєї платоспроможності розширення клієнтської бази банку і створення структури їх комплексного обслуговування зміцнення конкурентної позиції банку на ринках та зниження загального ризику банківської діяльності»[3, с . 25]

Банки є одним з найбільш важливих інститутів фінансової системи будь-якої країни. Основна місія банків полягає в наданні фінансових послуг і продуктів клієнтам, що включає зберігання коштів, кредитування, розрахункові операції, фінансові консультації, функції забезпечення та інші.

Набір функцій банку залежить від типу банку. До основних типів банків належать:

комерційні банки - займаються основною функцією кредитування та зберіганням грошей від вкладників;

інвестиційні банки - спеціалізуються на інвестуванні коштів у підприємства та фінансові інструменти з метою отримання прибутку;

центральні банки - займаються регулюванням грошової маси в країні, встановлюють ключову процентну ставку та проводять монетарну політику;

розрахункові банки - забезпечують проведення платежів та розрахунків між банками та іншими фінансовими установами.

Одна з головних функцій банків - це зберігання коштів клієнтів. Банки забезпечують можливість розміщення коштів на рахунках, депозитні операції та кошти в заставу. Це дає клієнтам можливість зберігати свої гроші в безпечному місці та отримувати прибуток від їхнього вкладення.

Переглянемо інші функції банків[34]:

Кредитування: банки надають кредити, кредитні лінії та овердрафти клієнтам, що дозволяє їм отримувати необхідні гроші для реалізації своїх планів

та проектів. Важливою складовою цієї функції є кредитна оцінка, яка дозволяє банку визначити ризики, пов'язані з видачею кредиту та розрахувати його вартість;

розрахункові операції: банки забезпечують можливість здійснення операцій з векселями, платіжними картками, електронними грошима та переказом коштів. Це дає клієнтам можливість швидко та зручно здійснювати оплату за товари та послуги, а також здійснювати перекази грошей;

фінансові консультації: банки надають клієнтам фінансову консультацію та допомагають вирішувати фінансові проблеми. Консультанти банків надають клієнтам інформацію про різні фінансові продукти, допомагають вибрати найбільш вигідний варіант для конкретного клієнта;

функція забезпечення: важлива функція банківської діяльності. Банки забезпечують можливість відкривати кредитні лінії, гарантії та видачу акредитивів. Ці функції забезпечують безпеку угод, виконання зобов'язань і зменшення ризиків;

Нарешті, банки виконують багато інших функцій. Наприклад, банки можуть займатися інвестуванням, забезпечувати ліквідність на ринку, управляти активами та зобов'язаннями, забезпечувати валютні операції та інше.

До інших, не менш важливих функцій банків, належать наступні:

фінансова посередницька функція - банки збирають гроші від вкладників і виділяють їх у вигляді кредитів позичальникам.

функція зберігання грошей - банки забезпечують безпечно зберігання грошей від вкладників;

функція експерта - банки надають консультації з фінансових питань і допомагають клієнтам приймати рішення з управління фінансами;

функція платіжного обслуговування - банки забезпечують можливість безпечних платежів та переказів коштів[27].

Загалом, функції банків дуже важливі для забезпечення стабільності фінансової системи країни та підтримки економіки в цілому. Банки виконують широкий спектр різноманітних функцій, які дозволяють забезпечувати фінансові

потреби різних груп клієнтів, від приватних осіб до великих корпорацій. Отже, роль банків у сучасному світі є незамінною, і вони продовжують виконувати важливі функції, необхідні для ефективної роботи фінансової системи в цілому.

Банківські ризики є однією з найбільш важливих проблем, з якими стикаються банки. Ризики можуть виникати з різних джерел, інколи це може бути пов'язано з економічними чи політичними факторами, а іноді залежить від внутрішніх процесів в самому банку.

Категорії ризиків представлено на рис. 1.1.

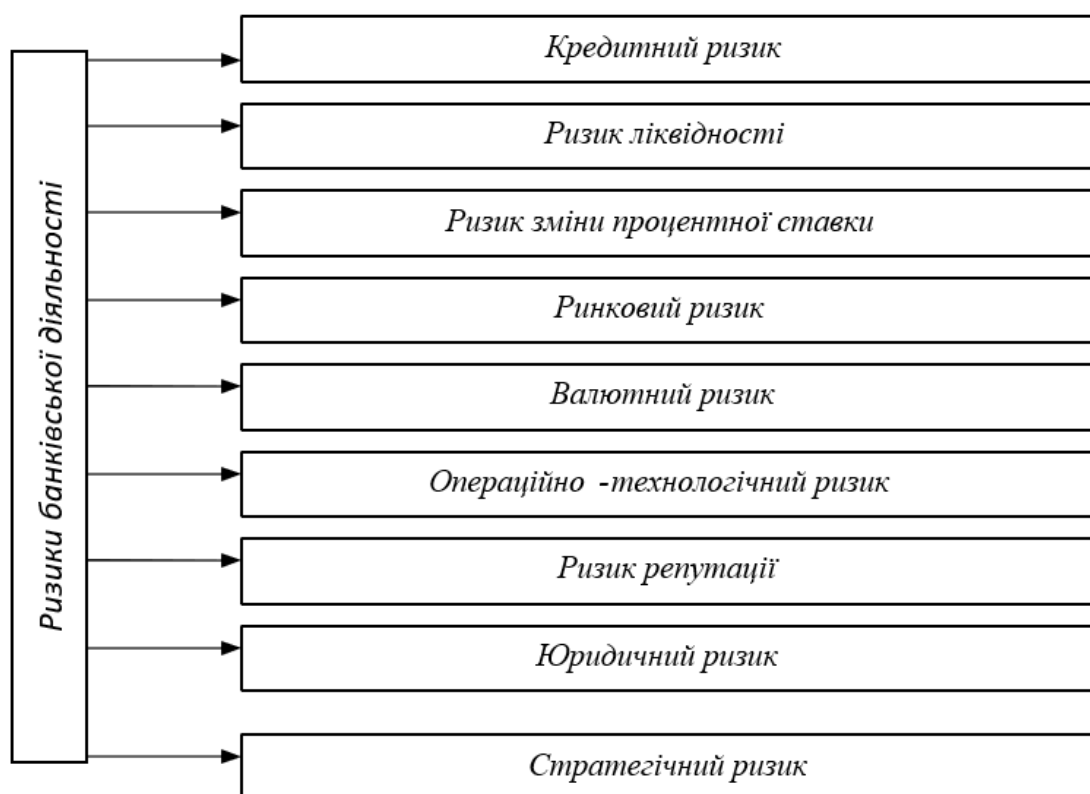


Рис. 1.1. Категорії ризику за НБУ [4]

Слід додати, що це лише кваліфікація ризиків за НБУ, також можна додати надзвичайний ризик, тобто ризик виникнення кризи.

Одним з основних банківських ризиків є кредитний ризик. Кредитний ризик виникає при наданні кредитів клієнтам, особливо тоді, коли клієнт не здатен повернути банку позичені кошти. Цей ризик може бути підвищеним, якщо позичальник є новим клієнтом банку, має погану кредитну історію або є в секторі

з високим рівнем ризику. Для зменшення кредитного ризику банки проводять детальний аналіз кредитних заявок та встановлюють кредитний ліміт для кожного клієнта.

Ще одним важливим банківським ризиком є ринковий ризик. Ринковий ризик виникає через зміну ринкових цін, таких як ставки національних банків, курси валют, ціни на цінні папери та інше. Цей ризик може призвести до великих втрат для банку, особливо якщо він має значні позиції на ринку.

Іншим важливим банківським ризиком є ризик ліквідності. Цей ризик виникає, коли банк не здатний вчасно повернути клієнтам їхні кошти або забезпечити потрібну ліквідність для своєї діяльності. Ризик ліквідності може виникнути з різних причин, включаючи зменшення депозитів клієнтів, несподівані зміни в регулюючих вимогах або зміну умов на ринку.

Ще одним банківським ризиком є операційний ризик, який виникає при виконанні банком своїх операційних функцій, таких як обслуговування клієнтів, розрахунків та інвестування коштів. Операційний ризик може бути пов'язаний з помилками персоналу, технічними збоями, крадіжками або шахрайством. Для зменшення операційного ризику, банки регулярно проводять навчання свого персоналу, а також використовують спеціальні системи контролю та аудиту.

Політичний ризик є ще одним видом банківського ризику. Він виникає при зміні політики уряду або при наявності економічних чи політичних криз. Цей ризик може вплинути на рівень економічної стабільності країни, що може призвести до негативного впливу на фінансові показники банку.

Окрім вищезгаданих, існують ще інші банківські ризики, такі як кредитний ризик зв'язаний зі зміною кредитної політики банку або зростанням рівня невиконання по кредитах, технологічний ризик, пов'язаний з можливими проблемами технічного характеру, а також соціальний ризик, пов'язаний зі змінами в суспільстві та поведінці споживачів.

Надзвичайний ризик, або криза, є суттєвою складовою банківської діяльності і може мати серйозний вплив на її функціонування. Криза виникає зазвичай внаслідок системних збоїв, фінансової нестабільності, економічних

перепадів або зовнішніх шоків, і вона характеризується значними змінами у фінансовій сфері та економіці загалом.

Отже, банківські ризики виникають в процесі діяльності банку і призвести до фінансових втрат або інших негативних наслідків.

Управління банківськими ризиками - це одна з ключових функцій банківської діяльності. Банки мають знати свої ризики та вживати заходів для їх зменшення, таких як диверсифікація портфелю, застосування стратегій управління ризиками та використання спеціальних систем контролю. Оскільки ризики можуть бути непередбачуваними, банки мають бути готові до найгірших варіантів і вживати заходів для зменшення впливу негативних наслідків на свою діяльність. Ця функція є надзвичайно важливою, оскільки вона дозволяє банкам зменшувати ризики, пов'язані з їх діяльністю, і забезпечувати стабільність своєї фінансової позиції.

Отже, управління банківськими ризиками передбачає використання стратегій та інструментів, що дозволяють зменшити ризики, пов'язані з діяльністю банку, в тому числі ризики кредитного портфеля, ринкові ризики, ризики ліквідності та оперативні ризики. До таких стратегій можуть входити диверсифікація портфелю, створення резервних фондів, залучення фінансування на довший термін, контроль за діяльністю клієнтів та регулярний аналіз ризиків.

Окрім того, існують спеціальні системи управління ризиками, такі як банківський ризик-менеджмент, які дозволяють банкам краще контролювати свої ризики та зменшувати вплив негативних наслідків на свою діяльність.

У підсумку, управління банківськими ризиками є важливою складовою успішної діяльності будь-якого банку. Недостатність управління ризиками може призвести до серйозних фінансових втрат та навіть банкрутства. Тому, банки повинні вкладати значні зусилля та ресурси у забезпечення ефективного управління ризиками, що включає не лише визначення та оцінку ризиків, але й прийняття необхідних заходів для їх контролювання та зниження.

Наукові дослідження, проведені у цій галузі, допомагають банкам краще зрозуміти ризики, пов'язані з їх діяльністю, та розробити ефективні стратегії та

інструменти для їх управління. Наприклад, дослідження, проведені в Європейському центрі з управління ризиками, дозволили виявити, що банки, які використовують моделі управління ризиками, мають більшу стійкість до змін в економічному середовищі та зниження ризику несплати кредиту.[5]

У сучасному банківському секторі, який є ключовим гравцем у фінансовій системі, ризики можуть виникати як з внутрішніх, так і зовнішніх факторів. Внутрішні фактори ризику пов'язані з внутрішніми процесами та діяльністю банку, тоді як зовнішні фактори ризику виникають з-за змін в зовнішньому середовищі банку, що не залежить від його власних дій.

До внутрішніх факторів ризику можна віднести недостатню ефективність управління ресурсами банку, несправність внутрішньої системи контролю та регулювання, а також недостатній рівень кваліфікації персоналу. Невірні стратегії бізнесу, неправильне розподілення ризиків та недостатня увага до виявлення та контролю ризиків можуть також впливати на внутрішні фактори ризику.

Зовнішні фактори ризику пов'язані зі змінами у зовнішньому середовищі, що можуть вплинути на фінансову діяльність банку. Ці фактори можуть бути економічними, політичними, правовими та соціальними. Наприклад, зміни в економічному середовищі, такі як зростання процентних ставок або спад економіки, можуть вплинути на дохідність банку та рівень небезпеки заборгованості. Політичні та правові фактори, такі як зміни у законодавстві або зміна політичної ситуації у країні, також можуть вплинути на фінансову діяльність банку.

Управління ризиками є важливим аспектом діяльності будь-якого банку. Для того, щоб успішно керувати ризиками, необхідно враховувати внутрішні та зовнішні фактори ризиків.

Управління ризиками в банку передбачає системний підхід до визначення, оцінки, моніторингу та управління ризиками. Врахування внутрішніх та зовнішніх факторів ризиків дозволяє банкам ефективно керувати ризиками та зменшити можливі наслідки їх реалізації.

Отже, банки відіграють важливу роль у фінансовій системі країни, надаючи різноманітні фінансові послуги та продукти клієнтам. Проте, банківська діяльність пов'язана з різноманітними ризиками, які можуть вплинути на фінансову стабільність банку та загальну економічну ситуацію країни. Серед досліджуваних ризиків вбачається, що найбільш актуальними та складно передбачуваними є: операційний ризик (як виміряна загроза втрати прибутку внаслідок недосконалої операційної діяльності банку); надзвичайний ризик (або ризик кризи в банківській діяльності, що виникає в ситуаціях макроекономічної нестабільності); інвестиційний ризик (пов'язаний зі здійсненням інвестиційних операцій, а втрата коштів від інвестиційних операцій може впливати на фінансову стабільність банку та його репутацію).

Враховуючи ризики банківської діяльності, банки повинні розробляти та застосовувати ефективні стратегії управління ризиками, які залежать від якості проведеної оцінки.

В цілому, управління ризиками є невід'ємною складовою банківської діяльності, яка допомагає забезпечити фінансову стійкість банків та стабільність фінансової системи в цілому.

1.2 Методи та підходи до управління банківськими ризиками

Банківський ризик - це ймовірність настання негативних наслідків, що виникають через непередбачуваних подій та обставин, пов'язаних з діяльністю банку.

«Існування великої кількості різновидів банківських ризиків потребує широкого спектру методів управління ними. Виникає потреба в забезпеченні вирішення проблем, які виникають під час прийняття рішень та визначення доцільності укладення угод або проведення операцій, що можуть призвести до зростання ризику. Кожен вид фінансового банківського ризику (кредитний, валютний, процентний, операційний та ризик ліквідності) має власний набір

методів, які дозволяють ним управляти та знижувати його негативний ефект»[6, с. 28].

Основним завданням у налагодженні ефективної функції контролю та управління ризиками є забезпечення виконання поточних цілей та бізнес-планів банку з метою досягнення стратегічних цілей. Для цього необхідно розробляти відповідну політику, застосовувати методи та засоби керування та контролювати ризики, які виникають у зв'язку з зовнішнім середовищем, структурою активів та пасивів, а також бізнес-процесами банку[31].

«До методів управління ризиком кредитного портфеля банку належать: диверсифікація; лімітування; страхування; створення резервів для відшкодування втрат за кредитними операціями банків» [7 с. 154].

Причини виникнення банківських ризиків можуть бути різноманітні. Однією з головних причин виникнення ризиків є нестабільність макроекономічного середовища. Зміни в світовій та національній економіці можуть призвести до зміни умов функціонування банків та зростання ризиків. Наприклад, кризи на фінансових ринках, падіння курсу валют, зростання безробіття та інші економічні фактори можуть негативно вплинути на фінансову стійкість банків та збільшити ризики їх діяльності.

Іншою причиною виникнення банківських ризиків є недостатня ефективність внутрішнього контролю та управління ризиками в банку. Це може бути пов'язано зі слабкістю системи внутрішнього контролю, недостатнім рівнем кваліфікації персоналу банку, неправильним розподілом відповідальності та іншими факторами. Необхідність вдосконалення внутрішнього контролю та управління ризиками в банках зумовлена постійним зростанням конкуренції та вимог ринку, а також збільшенням кількості банківських продуктів та послуг.

Крім того, причиною виникнення банківських ризиків може бути неправильна оцінка ризиків при прийнятті рішень щодо кредитування та інших операцій. Це може призвести до надмірного ризику та неплатоспроможності клієнтів, що в свою чергу призведе до збитків для банку.

Отже, банківські ризики є невід'ємною складовою діяльності будь-якого банку. Для забезпечення фінансової стійкості та успішної діяльності банку необхідно вдосконалювати внутрішній контроль та управління ризиками, правильно оцінювати ризики та реалізовувати ефективні стратегії, які мінімізують ризики.

Фінансові методи управління ризиками включають диверсифікацію ризиків, розробку стандартів кредитування та ризик-менеджменту, залучення резервів та розмежування бізнесу. Диверсифікація ризиків полягає у розподілі капіталу між різними видами активів для зменшення ризику втрати капіталу. Розробка стандартів кредитування та ризик-менеджменту включає створення стратегій та політик, що враховують різні види ризиків. Залучення резервів полягає у виділенні коштів для покриття потенційних збитків, а розмежування бізнесу дозволяє зменшити ризик втрати капіталу шляхом розподілу бізнесу на різні підрозділи[32].

Нефінансові методи управління ризиками включають менеджмент ризиків, аналіз ризиків, аудит банківських ризиків, страхування ризиків та ризик-менеджмент. Менеджмент ризиків полягає у створенні політик та стратегій, що дозволяють знизити рівень ризику. Аналіз ризиків дозволяє банку оцінити потенційні ризики та розробити стратегії для їх зменшення. Аудит банківських ризиків є процесом перевірки ефективності застосування методів управління ризиками. Страхування ризиків та ризик-менеджмент дозволяє банкам передати частину своїх ризиків на страхові компанії. Це може знизити витрати банку на управління ризиками та забезпечити додатковий захист від можливих збитків.

У загальному плані, успішне управління банківськими ризиками вимагає від банків комплексного підходу до ризик-менеджменту. Це включає у себе розуміння різноманітних видів ризиків та їхніх впливів на банк, розробку і впровадження ефективних фінансових та нефінансових методів управління ризиками, а також постійний моніторинг та аналіз ризиків, що дозволяє банку реагувати на можливі загрози вчасно та зменшити вплив ризиків на його фінансові результати[8].

У цілому, управління банківськими ризиками є важливою складовою фінансової стабільності та успішного функціонування банківської системи. Ефективне управління ризиками допомагає банкам підтримувати свою фінансову надійність, знижувати витрати та ризики, що в свою чергу сприяє підвищенню довіри клієнтів та інвесторів та збільшенню загальної ефективності банку.

З огляду на значення банківської системи для економіки та фінансової стабільності, виявлення та контроль ризиків є важливими завданнями для банківських установ. Інструменти виявлення та контролю банківських ризиків включають системи оцінки ризиків, системи контролю за дотриманням правил та політик управління ризиками та системи внутрішнього аудиту.

Системи оцінки ризиків є важливими інструментами для виявлення та контролю банківських ризиків. Вони дозволяють оцінити рівень ризику та виявити його джерела. Системи оцінки ризиків використовуються для виявлення ризиків у різних сферах діяльності банку, включаючи кредитний ризик, ринковий ризик, ліквіднісний ризик та операційний ризик. Вони також допомагають банкам приймати відповідні рішення щодо управління ризиками та розвитку бізнесу.

Системи контролю за дотриманням правил та політик управління ризиками є ще одним важливим інструментом для виявлення та контролю банківських ризиків. Вони дозволяють банкам переконатися, що правила та політики управління ризиками дотримуються на всіх рівнях управління. Системи контролю за дотриманням правил та політик управління ризиками включають контрольні процедури та механізми звітування, які дозволяють банкам забезпечити виконання правил та політик управління ризиками[35].

Системи внутрішнього аудиту є ще одним важливим інструментом для виявлення та контролю банківських ризиків. Вони дозволяють банкам оцінювати ефективність та ефективність виконання політик та процедур управління ризиками та забезпечувати дотримання внутрішніх стандартів та регуляторних вимог.

Системи внутрішнього аудиту також допомагають виявляти потенційні проблеми та недоліки в системах управління ризиками та запобігати можливим небезпекам. Внутрішній аудитор здійснює перевірки та аналізує діяльність банку, оцінює ефективність управління ризиками та забезпечує виконання вимог регуляторних органів та внутрішніх стандартів. Це дозволяє банку підвищити ефективність управління ризиками та запобігти можливим небезпекам.

Загалом, інструменти виявлення та контролю банківських ризиків, включаючи системи оцінки ризиків, системи контролю за дотриманням правил та політик управління ризиками та системи внутрішнього аудиту, є важливими для забезпечення ефективного управління ризиками та збереження фінансової стабільності банку. При використанні цих інструментів банки можуть виявляти та контролювати різноманітні ризики, що забезпечує їхню стійкість та надійність в умовах складної фінансової ситуації.

1.3 Економіко-математичні моделі управління ризиками

У сучасних умовах економічного розвитку, діяльність банків є пов'язаною зі значними ризиками, які виникають на різних етапах діяльності банку. Одним з найважливіших завдань управління ризиками є використання економіко-математичних моделей, що дозволяють банкам оцінювати та контролювати ризики. У цьому есе розглянемо основні поняття економіко-математичних моделей управління ризиками.

Економіко-математична модель - це формалізоване відображення дійсності в числових показниках, що відповідає певній математичній теорії та містить у собі відносно обмежену кількість змінних. Такі моделі застосовуються для вивчення, прогнозування та управління різними процесами у банківській справі, в тому числі й ризиками. Економіко-математичні моделі ризик-менеджменту описують структуру та характеристики ризиків, що виникають в процесі банківської діяльності, та дозволяють здійснювати їх оцінку, прогнозування та управління.

Управління ризиками - це комплекс заходів, що спрямовані на виявлення, оцінку, контроль та зниження рівня можливих збитків, які можуть виникнути у зв'язку з різними ризиками в діяльності банку. Основні поняття управління ризиками включають наступне:

економіко-математичні моделі управління ризиками - це математичні моделі, які допомагають банку виявляти та аналізувати різноманітні ризики та розробляти стратегії їх управління. Вони базуються на використанні економічних і математичних інструментів для опису поведінки ринку, клієнтів, активів та пасивів банку;

оцінка ризику - це процес визначення рівня вірогідності того, що в результаті певної дії або події можуть виникнути негативні наслідки для банку. Оцінка ризику базується на аналізі різних факторів, таких як стан ринку, стабільність економіки, фінансові показники та інші;

стратегія управління ризиками - це план дій, який визначає, як банк буде керувати ризиками, що виникають у його діяльності. Стратегія управління ризиками включає в себе визначення ризиків, які повинні бути управлянні, та розробку конкретних заходів з їх управління.

Економіко-математичні моделі управління ризиками є необхідним інструментом для ефективного управління ризиками в сучасному світі. Управління ризиками є важливим аспектом банківської діяльності, оскільки це допомагає знизити рівень можливих збитків і забезпечити стабільність фінансової системи.

Управління ризиками включає в себе процеси виявлення, оцінки, контролю та зниження рівня можливих збитків, які можуть виникнути у зв'язку з різними ризиками в діяльності банку. Економіко-математичні моделі дозволяють оцінити ризик та розробити стратегії управління ризиками.

Однією з основних переваг економіко-математичних моделей управління ризиками є їхній точний та об'єктивний підхід до оцінки ризиків. Ці моделі базуються на математичних формулах та статистичних даних, що дозволяє досить точно визначити ризик та вірогідність його виникнення.

Застосування економіко-математичних моделей управління ризиками є особливо важливим у складних інвестиційних проектах, таких як фінансові інструменти та портфелі інвестицій. Ці моделі допомагають розрахувати ризики та оцінити їх вплив на фінансові результати проекту.

Наприклад, однією з таких моделей є Value-at-Risk (VaR), яка дозволяє визначити максимальний можливий збиток, який може виникнути на певний період часу з певною вірогідністю. Це дозволяє інвесторам та банкам розрахувати свій ризик та визначити стратегію інвестування [9].

Інша модель - Expected Shortfall (ES), що є більш розширеною версією VaR, дозволяє оцінити очікувані збитки, які можуть виникнути при великих змінах на ринку. До цієї моделі можна включити ризики ліквідності та операційні ризики [10].

Monte Carlo Simulation - це метод, який дозволяє моделювати різні сценарії на основі випадкових змінних, що дозволяє оцінити ризик інвестицій в складних умовах. Модель дозволяє оцінити вплив різних чинників на портфель та ризики, такі як зміни валютних курсів, процентних ставок та інших факторів [11].

Моделювання кредитного ризику - це інше важливе напрямком управління ризиками. Моделі оцінки кредитного ризику дозволяють визначити ймовірність того, що боржник не виконає свої зобов'язання з виплати кредиту вчасно. Моделі оцінки кредитного ризику дозволяють банкам та іншим фінансовим установам приймати рішення щодо розміру кредиту та відсоткової ставки, що пов'язані з ризиком виплати.

Усі ці моделі та інші підходи до управління ризиками допомагають фінансовим установам ефективно управляти своїм ризиком та забезпечувати стабільність своєї діяльності в умовах невизначеності та змін на ринку. Однак, важливо пам'ятати, що будь-яка модель має свої обмеження та потребує додаткової оцінки та аналізу, щоб забезпечити ефективне управління ризиками.

Хоча економіко-математичні моделі управління ризиками мають численні переваги, такі як точність, систематичність та швидкість обчислень, вони також мають певні недоліки, які варто враховувати:

первинні дані: економіко-математичні моделі управління ризиками залежать від якості та точності вхідних даних. Якщо дані неправильні або неповні, результати моделі можуть бути неточними та ненадійними. Тому важливо мати точні та достовірні дані для створення ефективної моделі управління ризиками;

обмеженість: економіко-математичні моделі управління ризиками зазвичай базуються на певних припущеннях та обмеженнях. Це може призвести до того, що моделі можуть не враховувати певні фактори, що можуть впливати на ризик, тому необхідно враховувати множину різноманітних сценаріїв та використовувати кілька моделей одночасно;

недостатня гнучкість: оскільки економіко-математичні моделі управління ризиками базуються на певних припущеннях та обмеженнях, вони можуть бути недостатньо гнучкими, щоб враховувати змінність ринку та нові ризики. Це може призвести до того, що моделі стають застарілими та неефективними;

помилки та небезпеки: економіко-математичні моделі управління ризиками не є повністю точними та можуть містити помилки та небезпеки. Наприклад, модель VaR може недооцінювати ризики в періоди фінансових криз, коли ринок перебуває в нестабільності та коливаннях.

Слід зазначити роль лінійної регресії в контексті управління банківськими ризиками. Лінійна регресія є одним з методів управління банківським ризиком, який дозволяє оцінити залежність між змінними та прогнозувати можливі наслідки. У контексті банківського ризику, лінійна регресія використовується для аналізу впливу різних факторів на фінансові результати банку [12].

Основна ідея лінійної регресії полягає в побудові математичної моделі, яка описує лінійну залежність між незалежними та залежними змінними. У контексті управління банківським ризиком, незалежні змінні можуть включати фактори, такі як ставки процентів, курси валют, макроекономічні показники тощо, тоді як залежна змінна може бути пов'язана з фінансовими показниками банку, наприклад, прибутком, капіталом або кредитним ризиком.

Після побудови моделі лінійної регресії, можна провести аналіз коефіцієнтів регресії, які вказують на міру впливу кожного фактора на залежну змінну. Це дозволяє банку оцінити ризики, пов'язані зі змінами у впливових факторах і прийняти відповідні рішення.

Лінійна регресія також може бути використана для прогнозування майбутніх значень залежної змінної на основі відомих значень незалежних змінних. Це дає можливість банкам прогнозувати можливі фінансові ризики та вживати передбачувальні заходи для їх управління.

Важливо враховувати, що лінійна регресія має свої обмеження. Вона передбачає лінійну залежність між змінними, тоді як реальні взаємозв'язки можуть бути більш складними. Крім того, результати лінійної регресії можуть бути спотворені в разі наявності викидів або несправедливих спостережень.

Таким чином, лінійна регресія являє собою корисний інструмент для управління банківським ризиком, проте її застосування повинно супроводжуватись аналізом інших методів та контекстуальною інтерпретацією результатів для досягнення більш точних та комплексних висновків.

Також важливим інструментом являється аналіз часових рядів. Аналіз часових рядів дозволяє виявити тенденції, сезонність, циклічність та випадкові коливання в фінансових даних банку. Це дозволяє ідентифікувати потенційні ризики та прогнозувати їх вплив на фінансові результати. Наприклад, аналіз часових рядів може допомогти банку визначити відповідність його кредитного портфелю тенденціям в економіці, виявити можливі проблеми з платоспроможністю клієнтів або спрогнозувати зміни в ринкових умовах.

Отже, економіко-математичні моделі управління ризиками не є універсальними рішеннями для управління ризиками, але є потужними інструментами, які можуть бути корисними в поєднанні з іншими методами та досвідом фахівців. Враховуючи їх переваги та недоліки, важливо застосовувати економіко-математичні моделі управління ризиками з обережністю та критичністю, збираючи та аналізуючи найбільш точні та повні дані, враховуючи

різноманітні сценарії та використовуючи кілька моделей для забезпечення надійного управління ризиками.

Комплексне застосування моделей управління ризиками у випадку операційного ризику, інвестиційного ризику та ризику настання кризи, оправдане, оскільки ці види ризиків взаємопов'язані та можуть впливати один на одного. Дозволяючи управляти цими ризиками як системою, банк може забезпечити більш ефективне та комплексне управління своїми діями та ресурсами.

Комплексний підхід до управління ризиками дозволяє банку краще розуміти взаємозв'язки та вплив різних видів ризиків, а також розробляти та впроваджувати ефективні стратегії та процедури для їх контролю та зменшення. Застосування однієї моделі буде недостатньо для оцінки рівня ризику. Це дозволяє банку забезпечити стабільність, зниження втрат та покращення загальної фінансової продуктивності.

Висновок до розділу 1

В процесі дослідження встановлено, що банки відіграють важливу роль у фінансовій системі країни, надаючи різноманітні фінансові послуги та продукти клієнтам. Проте, банківська діяльність пов'язана з різноманітними ризиками, які можуть вплинути на фінансову стабільність банку та загальну економічну ситуацію країни. Серед досліджуваних ризиків вбачається, що найбільш актуальними та складно передбачуваними є: операційний ризик (як виміряна загроза втрати прибутку внаслідок недосконалої операційної діяльності банку); надзвичайний ризик (або ризик кризи в банківській діяльності, що виникає в ситуаціях макроекономічної нестабільності); інвестиційний ризик (пов'язаний зі здійсненням інвестиційних операцій, а втрата коштів від інвестиційних операцій може впливати на фінансову стабільність банку та його репутацію).

Враховуючи ризики банківської діяльності, банки повинні розробляти та застосовувати ефективні стратегії управління ризиками, які залежать від якості проведеної оцінки.

В цілому, управління ризиками є невід'ємною складовою банківської діяльності, яка допомагає забезпечити фінансову стійкість банків та стабільність фінансової системи в цілому.

Інструменти виявлення та контролю банківських ризиків, включаючи системи оцінки ризиків, системи контролю за дотриманням правил та політик управління ризиками та системи внутрішнього аудиту, є важливими для забезпечення ефективного управління ризиками та збереження фінансової стабільності банку. При використанні цих інструментів банки можуть виявляти та контролювати різноманітні ризики, що забезпечує їхню стійкість та надійність в умовах складної фінансової ситуації.

Дослідження економіко-математичних моделей управління ризиками показало їх різноманіття, їх переваги та недоліки. Тому важливим є комплексний підхід до системи оцінки банківських ризиків, який дозволить всебічно та системно поглянути на загрози банківській діяльності та вчасно застосувати заходи з управління ризиками.

Комплексне застосування моделей управління ризиками у випадку операційного ризику, інвестиційного ризику та надзвичайного ризику оправдане, оскільки уможливорює управління ризиками як системою. Такий комплексний підхід до управління ризиками дозволяє банку краще розуміти взаємозв'язки та вплив різних видів ризиків, а також розробляти та впроваджувати ефективні стратегії та процедури для їх контролю та зменшення.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛІННЯ БАНКІВСЬКИМИ РИЗИКАМИ

2.1 Застосування аналізу вартості ризику (Value at Risk) для оцінки операційного ризику

Теоретичні основи аналізу вартості ризику (Value at Risk, VaR) є одним із найбільш важливих питань в сучасному фінансовому менеджменті та ризик-менеджменті. Цей підхід використовується для оцінки ризиків та можливих втрат у фінансових ринках, портфелях та інших інвестиційних продуктах.

Зараз все більше використовується методологія Value-at-Risk (VaR) для комплексної оцінки ризику на фінансових ринках з врахуванням якісних та кількісних факторів. У науковій та практичній літературі часто зустрічаються неточні переклади та інтерпретації терміну "Value-at-Risk", такі як "вартість, яка підлягає ризику", "вартісна оцінка ризику" або "ризикова вартість". Проте експерти радять використовувати латинські аббревіатури та дотримуватися єдиного визначення терміну з математично точними прикладами в різних контекстах.

У 50-ті роки XX ст. термін VaR (Value-at-risk) був введений в рамках теорії портфеля Марковіца. У 90-х роках VaR став дуже популярним згідно з вимогами Базельського комітету та став важливим інструментом для ризик-менеджерів. У 1996 р. Базельський комітет встановив чіткі вимоги щодо ринкових ризиків і дозволив найстійкішим у фінансовому плані банкам використовувати власні моделі оцінки і вимірювання ризиків (Value-at-Risk models), які дозволяють оцінювати рівень ризиків кредитного та інвестиційного портфелів. Економісти, такі як Пірсон, Бассак, Шапіро, Мертон, Могран, Бедер та ін., зробили значний внесок у розвиток ідеї використання VaR-методики.

VaR є статистичним показником, що відображає максимальну можливу величину збитків (або втрат) на певний період часу, з певною ймовірністю. Основним завданням VaR є забезпечення достатнього капіталу для зменшення ризику банкрутства у випадку значних втрат. В силу всебічного аналізу ризиків банківської діяльності немає єдиного підходу до формування їх переліку, однак всі сучасні наукові розвідки в цьому контексті відштовхуються від переліку банківських ризиків визначених в документах Базельського комітету з банківського нагляду і в Методичних вказівках з інспектування банків «Система оцінки ризиків», які розроблені на основі базельських вимог [16].

У теоретичних основах аналізу VaR використовуються різні підходи. Один з них - аналіз на основі історичних даних, який базується на інформації про минулі втрати в інвестиційному портфелі. Цей метод дозволяє оцінити ризик на основі статистичного аналізу історичних даних. Однак цей метод не враховує можливих змін в ринку, тому його застосування не завжди є ефективним.

Процес аналізу Value at Risk також включає у себе визначення параметрів ризику, таких як ймовірність виникнення ризику, розмір можливої втрати і тривалість часового проміжку, протягом якого ризик може мати місце.

Основою аналізу Value at Risk є математичні методи, які дозволяють визначити ризик і його розмір. Серед таких методів можна виділити методи аналізу імовірності, методи аналізу статистичних даних, методи аналізу фінансових звітів компаній, а також інші методи, які можуть використовуватися в залежності від конкретної ситуації.

Важливо зазначити, що аналіз Value at Risk не є абсолютним інструментом оцінки ризику, оскільки його точність залежить від правильного визначення параметрів ризику, вибору методу аналізу, а також якості вихідних даних. Однак, якщо аналіз Value at Risk проводиться належним чином, він може бути дуже корисним інструментом для управління ризиком в будь-якій сфері діяльності, де ризик є неодмінною складовою.

За базовим визначенням, VaR - це максимальна очікувана потенційна втрата на портфелі за певний період часу при певному рівні довіри в умовах

нормального ринку. Іншими словами, для опису Value at Risk (VaR) потрібно враховувати три ключові елементи:

очікувана кількість ризику, яку можна розраховувати в абсолютному вимірі або у процентному відношенні до значення показника на певну дату;

часовим горизонтом, який характеризується очікуваною кількістю ризику (тобто термін, за який можна реалізувати на ринку цей інструмент (закрити позиції) без істотних втрат);

глибина періоду розрахунку VaR – це об'єм ретроспективних або штучно змодельованих даних, на основі яких визначається оцінка [17].

Математичне визначення методики визначення ризику Value at Risk полягає у наступному.

Для заданого рівня довіри $\alpha \in [0,1]$ і припустимої часової межі t і $t+\Delta t$, щоб знайти зміну активів $\Delta V(\Delta t)$ в фінансовій позиції протягом часового періоду Δt . Нехай $F(\Delta V)$ буде функцією розподілу ймовірності змін ΔV . Оскільки фінансова позиція $\Delta V \leq 0$, то можна визначити VaR для довгої позиції протягом горизонту часу Δt для заданого рівня довіри α , як 2.1.:

(2.1.)

$$p = \mathbb{P} [\Delta V (\alpha) \leq VaR] = f_{\alpha} (VaR)$$

У застосуванні розрахунку VaR вже було перераховано три фактори, які беруть участь у розрахунку, а саме:

- період часу, наприклад, горизонт часу α ;
- сума в доларах VaR (портфель, активи тощо);
- визначені нормальні ринкові умови (або довірчий інтервал), такі як рівень довіри $p \in 0,1$;

Можна, також, використати ще два фактори для оцінки VaR:

- частоту даних;
- функцію кумулятивної ймовірності F x або її квантилі;

Частота даних в методології VaR відноситься до кількості спостережень, які використовуються для оцінки ризику. Зазвичай, використовуються щоденні цінові дані, але можуть бути використані інші періоди, такі як тижневі, місячні або річні дані, в залежності від потреб користувача та характеру портфеля. Використання більш високочастотних даних може призвести до більш точної оцінки ризику, але потребує більш високої обчислювальної потужності та обробки даних.

Функція кумулятивної ймовірності (CDF) - це функція, яка визначає ймовірність того, що випадкова змінна не перевищує певного значення. Іншими словами, CDF показує, яка ймовірність того, що випадкова змінна менше або дорівнює певному значенню. CDF є важливим інструментом в статистиці та теорії ймовірностей, і використовується для моделювання та аналізу великої кількості явищ, включаючи фінансові ризики.

На цьому математичні визначення VaR не закінчуються, VaR можна математично визначити як обернену значущу кількість (inverse of the significance level) множника в розподілі збитків (прибутків) портфелю за певний часовий період з деякою ймовірністю. Математично це можна записати наступним чином:

(2.2)

$$\text{VaR} = - \inf \{x \in \mathbb{R} \mid F(x) \leq 1 - \alpha\}$$

де α - рівень значущості (наприклад, 0.05 для 95% ймовірності), $F(x)$ - функція розподілу збитків (прибутків) портфелю за певний часовий період.

Отже, VaR може бути визначений як граничне значення прибутків (збитків), що не перевищується з ймовірністю $1-\alpha$, де α - рівень значущості.

Приклад, що пояснює поняття й визначення VaR, наведений на рис. 2.1.

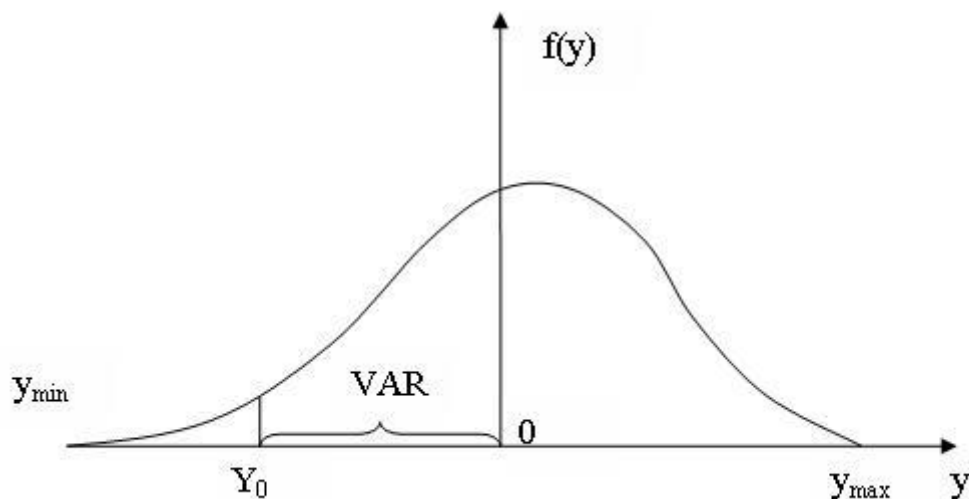


Рис. 2.1. Графічне зображення функції VaR

На графіку показано залежність між змінами цін ліквідації портфеля та їх частотою появи. Крива на графіку відображає щільність розподілу ймовірностей можливих прибутків і втрат для даного портфеля та періоду утримання позицій. Область VaR на графіку відповідає вибраному довірчому рівню, наприклад, 98,5%, що означає, що її площа становить 98,5% від загальної площі під кривою, а площа області ліворуч становить 1,5%. Таким чином, VaR є мірою можливих загальних втрат, що відповідають заданому довірчому рівню.

При використанні аналітичного методу для розрахунку VaR можна виділити позитивні та негативні сторони.

Його переваги:

- 1) простота й наочність розрахунків;
- 2) можливість розрахунку сукупної величини VaR для лінійних інструментів;
- 3) доступність методичних матеріалів.

Недоліки:

- 1) допущення про нормальний розподіл;
- 2) неможливість розрахунку VaR для нелінійних інструментів.

Value at Risk (VaR) є корисним інструментом управління ризиками в фінансових ринках. Він дозволяє оцінити максимальні можливі втрати, які може

заснати портфель інвестора протягом заданого періоду часу при заданому рівні./довіри. Застосування VaR дозволяє інвесторам керувати ризиками своїх портфельів і приймати обґрунтовані інвестиційні рішення. Однак, необхідно пам'ятати, що VaR має свої обмеження і не може враховувати всі можливі ризики, які можуть впливати на портфель. Крім того, для точного визначення VaR необхідно мати достатньо точні дані та певні припущення про розподіл ризиків. Також, VaR може бути використаний як один з критеріїв оцінки ризиків, але не повинен бути єдиним. Отже, VaR може бути корисним інструментом, але варто враховувати його обмеження і не використовувати його як єдиний критерій оцінки ризиків.

Як вже згадувалося раніше Value at Risk (VaR) - це статистичний метод оцінки ризику фінансових інструментів. Ця модель дозволяє розрахувати максимальний можливий збиток (втрату), який може виникнути при найгіршому можливому перебігу подій з певною ймовірністю.

Для побудови цієї моделі, буде використовуватися python. Python надає широкий спектр бібліотек для реалізації моделі VaR, таких як NumPy, SciPy, Pandas та Matplotlib, що робить побудову моделі більш доступною та простою для аналітиків.

Оцінимо ризик втрати прибутку українського банку «УКРСИББАНК», що належить до однієї із найбільших банківських груп BNP Paribas.

Дані що до прибутку «УКРСИББАНКУ» надано в Додатку А.

Маючи дані про прибуток (Додаток А) стає можливим використовувати метод Value at Risk (VaR) для оцінки ризику. VaR є стандартним показником, який вимірює максимальні очікувані збитки в заданий період часу з певним рівнем довіри. Рівень довіри зазвичай береться 95%, тобто ми будемо розглядати 5% найгірших випадків. Далі потрібно розрахувати:

1. приріст: на основі історичних даних прибутку (або будь-якої іншої важливої фінансової метрики) розраховується приріст для кожного періоду;

2. визначення розподілу: припускається певний розподіл приросту, який може бути нормальним розподілом, студентів розподілом або іншими розподілами, в залежності від властивостей даних;

3. розрахунок квантиля: використовуючи обрану модель розподілу, розраховується квантиль, який відповідає обраному рівню довіри;

4. розрахунок VaR: VaR обчислюється як від'ємне значення квантиля, помножене на відповідну величину портфеля або ризику;

Код виконання завдання наданий у Додатку Б.

Після компіляції коду ми отримали наступне значення: параметричний VaR = 264364,23 тис. грн;

Також для наглядності варто побудувати графік який відображає щорічну віддачу, та нормальний розподіл наших даних (рис. 2.2).

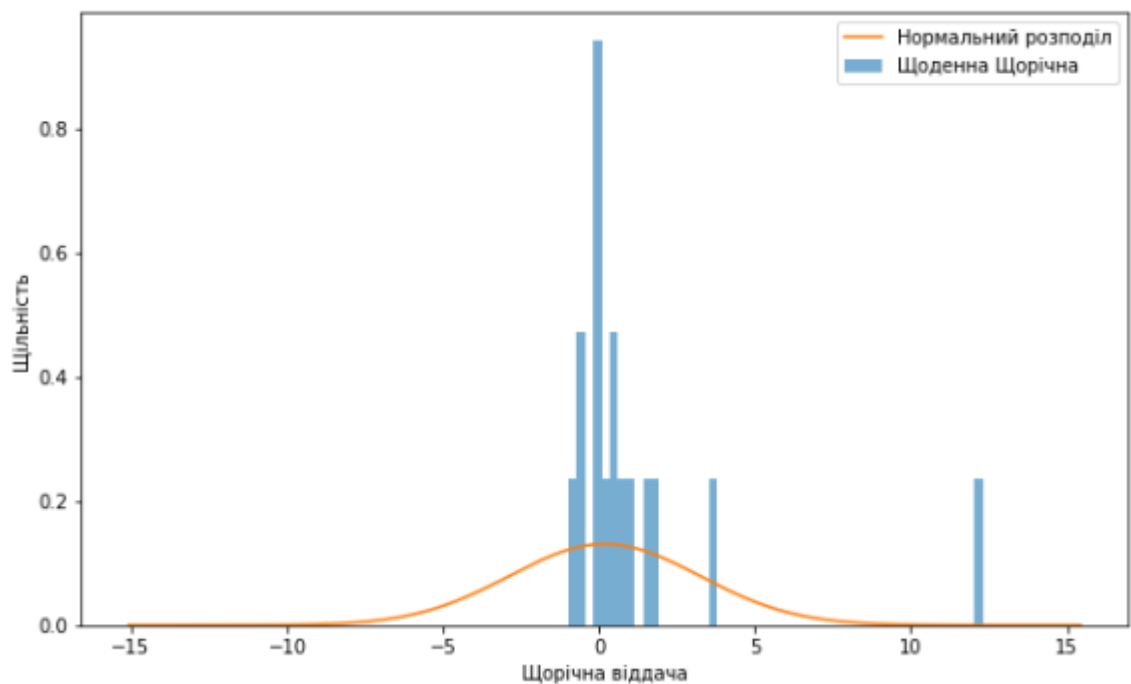


Рис. 2.2. Щорічна віддача та нормальний розподіл прибутку «Укрсиббанку»

Джерело: побудовано автором

Віддача є показником, який вимірює зміну показника протягом певного періоду часу. Вона виражається у відсотках і обчислюється як відношення приросту вартості прибутку до початкової вартості.

Використовуючи дані про прибуток, ми розрахували параметричний VaR для Укрсиббанку, що дорівнює 264364,23. Це значення означає, що з імовірністю 95% максимально можливе зниження прибутку банку за заданий період часу становить 264364,23.

VaR є корисним інструментом для фінансового управління, оскільки він дозволяє керівникам інвестицій та фінансовим установам оцінювати можливий ризик і приймати відповідні рішення. Проте, важливо пам'ятати, що VaR має свої обмеження.

Перш за все, розрахунок VaR базується на припущеннях про розподіл доходності активів або портфеля. При дослідженні використовується параметричний підхід з припущенням нормального розподілу. Проте фактичний розподіл може відрізнятись від нормального, тому важливо бути обережним і враховувати це обмеження.

Крім того, VaR не враховує можливості виникнення вкрай рідкісних або незвичайних подій, які можуть призвести до значних збитків, але мають низьку ймовірність. В таких випадках, інші методи, такі як скінченно-незалежний VaR (CVaR) або стрес-тестування, можуть бути більш ефективними.

Нарешті, VaR є лише одним з інструментів оцінки ризику, і його важливо використовувати разом з іншими методами та показниками. Розглядання інших аспектів, таких як кореляція між активами, концентрація ризиків і зваження на часові горизонти, допоможе отримати більш повну картину ризику.

Усі ці фактори повинні бути враховані під час використання VaR для прийняття рішень щодо фінансових інвестицій і керування ризиками.

2.2 Моделювання надзвичайного ризику для банку

Кризи є неодмінною частиною економічного життя і впливають на різні сфери господарства, зокрема на банківську діяльність. Кризи виникають зазвичай через незвичайні події, які призводять до гострого зниження економічної активності та нестабільності фінансової системи.

«Військовий час неочікувано та дуже суттєво змінив наше сьогодення, диктуючи нові правила. Український бізнес зазнав тієї кризової ситуації, яку завжди хотів уникнути, але не зміг. Аби залишитися на плаву, багато підприємців мали змінити стратегію ведення компанії за лічені дні» [21, с. 2].

Криза - це крайнє загострення протиріч у соціально економічній системі, що загрожує її життєстійкості в навколишньому середовищі .

Під час кризи банки стикаються з різними викликами та ризиками, які можуть серйозно вплинути на їх фінансову стійкість та здатність здійснювати свої основні функції. Основні впливи кризи на банківську діяльність включають:

1. збільшення ризиків кредитного портфеля: під час кризи зростає кількість неплатоспроможних позик та погіршується якість активів банків. Це може призвести до збитків та погіршення фінансового стану банку;

2. зменшення довіри та втрата вкладників: криза може призвести до паніки серед вкладників, що призводить до виведення грошей з банків та зменшення довіри до них. Це може викликати проблеми з ліквідністю та призвести до банкрутства;

3. зниження прибутковості: криза зазвичай супроводжується скороченням економічної активності, що може призвести до зниження попиту на кредити та інші банківські послуги. Це може вплинути на прибутковість банку та здатність заробляти кошти;

4. зміна регуляторної політики: уряди та регулятори можуть втручатися у банківську діяльність під час кризи шляхом введення нових регуляторних обмежень та заходів. Це може змінити умови роботи банків та створити додаткові виклики для них.

Для банків важливо мати стратегію управління ризиками та ефективну систему контролю, щоб зменшити негативний вплив кризових ситуацій. Також важливо мати достатній рівень капіталу та ліквідності, щоб впоратися з можливими збитками та забезпечити стабільність банку в умовах кризи.

Усі ці фактори потребують постійного моніторингу та аналізу, щоб банки могли адекватно реагувати на зміни у економічному середовищі та забезпечувати свою стійкість під час кризових ситуацій.

Прогнозування кризи відіграє важливу роль у банківській діяльності, оскільки допомагає банкам підготуватися до можливих негативних наслідків та прийняти ефективні рішення для забезпечення своєї стійкості та успішності. Прогнозування надзвичайних ризиків буде корисним в наступних процесах банківської діяльності:

ризикове управління: прогнозування кризи дозволяє банку ідентифікувати потенційні ризики та оцінити їх вплив на його фінансову стійкість. Це дозволяє банку вжити необхідних заходів для зменшення ризиків та підвищення своєї резистентності до кризових ситуацій;

планування капіталу та ліквідності: прогнозування кризи допомагає банку визначити необхідний рівень капіталу та ліквідності для забезпечення його оптимальної фінансової позиції під час кризи. Банк може розробити стратегії попереднього накопичення капіталу та ліквідних активів, щоб мати достатній резерв у разі негативного впливу кризи;

планування стратегій розвитку: прогнозування кризи дозволяє банку оцінити вплив можливої кризи на його стратегію розвитку та визначити оптимальні напрямки діяльності. Банк може адаптувати свої бізнес-моделі, змінити стратегії кредитування та інвестування, а також розробити плани дії для збереження своєї конкурентоспроможності під час кризи;

забезпечення довіри клієнтів та інвесторів: прогнозування кризи та адекватна реакція на неї допомагають банку зберегти довіру своїх клієнтів та інвесторів. Банк, який проявляє своєчасну та ефективну реакцію на кризові ситуації, підвищує свою репутацію та зберігає лояльність своїх стейкхолдерів.

Прогнозування кризи є важливою складовою стратегічного управління банком і допомагає зменшити негативний вплив кризових ситуацій на його діяльність. Це дозволяє банку бути готовим до викликів та приймати обґрунтовані рішення для забезпечення своєї стабільності та стійкості у несприятливих економічних умовах.

Проводити прогноз будемо за допомогою бібліотеки python TensorFlow. TensorFlow є однією з найпопулярніших відкритих бібліотек для розробки та навчання моделей машинного навчання та глибинного навчання. Вона була розроблена командою Google Brain і випущена у 2015 році. Для прогнозування кризи за допомогою TensorFlow можна використовувати різноманітні моделі машинного навчання, зокрема нейронні мережі. Кілька кроків, які можна виконати для створення прогнозової моделі:

1. збір та підготовка даних: Зібрати відповідні дані про економічні показники, які можуть впливати на кризу, наприклад, ВВП, інфляцію, безробіття тощо. Перевірити дані на наявність пропущених значень та виконати їх обробку, таку як заповнення пропусків або видалення відповідних записів;
2. розбиття даних: розбити дані на навчальний набір і тестовий набір. Навчальний набір буде використовуватися для тренування моделі, а тестовий набір - для оцінки її прогностичних здібностей;
3. вибір моделі: вибрати відповідну модель, яка найкраще відповідає вашим потребам. У випадку прогнозування кризи можна використовувати різні типи нейронних мереж, такі як рекурентні нейронні мережі (RNN) або згорткові нейронні мережі (CNN);
4. побудова моделі: побудувати архітектуру моделі за допомогою TensorFlow. Визначити шари, функції активації та інші параметри моделі.
5. тренування моделі: підготувати дані та тренувати модель на навчальному наборі. Виконати ітерації над даними, оновлюючи ваги моделі, щоб зменшити помилку прогнозування.

В (табл. 2.1) наведено данні, на яких буде будуватися нейронна мережа.

Таблиця 2.1
Навчальний масив даних для визначення кризи та надзвичайного ризику
для банку.

Актуальні дані на яких буде навчатися модель				Актуальні дані кризи
Роки	Інфляція в Україні	ВВП в Україні млн. грн.	Безробіття в Україні	Криза в Україні
2000	28.20309724	32375.28032	11.71	1
2001	11.95880854	39309.58098	11.06	0
2002	0.757420846	43956.36992	10.14	0
2003	5.179677819	52010.23872	9.06	0
2004	9.048067861	67220.15416	8.59	0
2005	13.56957649	89239.37011	7.18	0
2006	9.052524911	111884.7525	6.81	0
2007	12.83877962	148733.8614	6.35	0
2008	25.22646171	188111.1406	6.36	1
2009	15.88119246	121552.7775	8.84	1
2010	9.372931051	141209.8644	8.1	0
2011	7.955724663	169333.0488	7.85	0
2012	0.568727972	182592.4165	7.53	0
2013	-0.238948626	190498.8115	7.17	0
2014	12.07185629	133503.4114	9.27	1
2015	48.69986464	91030.95945	9.14	1
2016	13.9127102	93355.99363	9.35	0
2017	14.43832275	112090.5304	9.5	0
2018	10.95185594	130891.0498	8.8	0
2019	7.886717456	153882.982	8.19	0
2020	2.732492094	156617.8614	9.48	0

Джерело: сформовано за даними [19]

Код виконання завдання наданий у Додатку В.

Також варто налаштувати модель перед її навчанням. Параметри встановлюються в методі `model.fit` розберемо основні параметри:

- `batch_size` - кількість зразків даних, які обробляються одночасно перед кожним оновленням ваг моделі. Значення `None` означає, що розмір пакету може бути будь-яким. У моєму випадку, `batch_size=32` означає, що модель буде оновлювати свої ваги після обробки кожного пакету з 32 зразків;

- epochs - кількість повних проходів через весь набір даних під час навчання моделі. У моєму випадку, epochs=30000 означає, що модель буде навчатися протягом 30000 повних проходів через набір даних.

Отже виконавши навчання моделі, завершивши процес тестування, можна застосувати на нашому масиві даних (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Вихідна інформація прогнозу нейронної мережі

Вхідні данні				Наявна інформація	Вихідні данні
Роки	Інфляція в Україні	ВВП в Україні млн. грн.	Безробіття в Україні	Криза в Україні	Прогнозовані значення
2000	28.20309724	32375.28032	11.71	1	Predicted: 1.0
2001	11.95880854	39309.58098	11.06	0	Predicted: 0.0
2002	0.757420846	43956.36992	10.14	0	Predicted: 0.0
2003	5.179677819	52010.23872	9.06	0	Predicted: 0.0
2004	9.048067861	67220.15416	8.59	0	Predicted: 0.0
2005	13.56957649	89239.37011	7.18	0	Predicted: 1.0
2006	9.052524911	111884.7525	6.81	0	Predicted: 0.0
2007	12.83877962	148733.8614	6.35	0	Predicted: 0.0
2008	25.22646171	188111.1406	6.36	1	Predicted: 1.0
2009	15.88119246	121552.7775	8.84	1	Predicted: 1.0
2010	9.372931051	141209.8644	8.1	0	Predicted: 0.0
2011	7.955724663	169333.0488	7.85	0	Predicted: 0.0
2012	0.568727972	182592.4165	7.53	0	Predicted: 0.0
2013	-0.238948626	190498.8115	7.17	0	Predicted: 0.0
2014	12.07185629	133503.4114	9.27	1	Predicted: 0.0
2015	48.69986464	91030.95945	9.14	1	Predicted: 1.0
2016	13.9127102	93355.99363	9.35	0	Predicted: 0.0
2017	14.43832275	112090.5304	9.5	0	Predicted: 0.0
2018	10.95185594	130891.0498	8.8	0	Predicted: 0.0
2019	7.886717456	153882.982	8.19	0	Predicted: 0.0
2020	2.732492094	156617.8614	9.48	0	Predicted: 0.0

Джерело: побудовано автором.

Розберем вихідну характеристику нейронної моделі.

Test Accuracy: 0.9047619104385376 означає, що модель досягла точності 90.48% на тестових даних. Це вказує на те, наскільки добре модель узгоджується

з цільовими значеннями кризи на нових, раніше не бачених даних. Чим вище точність, тим краще модель здатна класифікувати дані і зробити прогнози.

Отже точність 90.48% означає, що модель правильно класифікувала 90.48% тестових прикладів з набору даних, які містили інформацію про наявність або відсутність кризи. Решта 9.52% прикладів можуть бути помилково класифіковані.

Виходячи з наявної інформації можна оцінити можливість настання кризи на наступний рік, маючи три фактори: інфляція, ВВП та безробіття.

У (2.3) розписані значення інфляція, ВВП, рівень безробіття, та визначення кризи за 2021, які передаються методу predict:

(2.3)

```
np.array([25.05968046, 2.00086E+11, 9.83]).reshape(1, -1)
```

На виході ми отримаємо результат, який рівний 0, що говорить нам про те, що настання кризи в 2021 році мінімальне. Виходячи з наявної інформації, в 2021 році банку не загрожує надзвичайний ризик.

Отримана точність моделі (наприклад, 90.5% точності) свідчить про те, що вона може ефективно класифікувати дані та прогнозувати кризові періоди. Це дає можливість банку рано виявляти загрози і приймати вчасні заходи для зменшення ризиків та збереження фінансової стійкості.

Ця метрика дозволяє оцінити загальну ефективність моделі на незалежних даних і допомагає зрозуміти, наскільки коректно модель може прогнозувати на майбутніх даних, які вона раніше не бачила.

Прогнозування кризи за допомогою нейронної мережі може бути корисним для банку, зокрема для Укрсиббанку, оскільки дозволяє виявляти потенційні кризові ситуації на ранніх стадіях. З використанням відповідних фінансових та економічних показників, модель навчається на історичних даних та прогнозує ймовірність настання кризових періодів.

Застосування нейронної мережі для прогнозування кризи дозволяє банку отримувати систематичний і автоматизований підхід до виявлення ризиків,

замість ручного аналізу даних. Це може збільшити ефективність та точність прогнозування, а також зекономити час та зусилля, що витрачаються на аналіз та моніторинг ринкових умов.

Однією з переваг використання нейронних мереж у прогнозуванні кризи є їх здатність до автоматичного виявлення складних взаємозв'язків та нелінійних залежностей, які можуть бути непомітними для традиційних статистичних моделей. Нейронні мережі можуть аналізувати різноманітні фінансові, економічні та ринкові показники, враховувати динаміку змін та взаємодію різних факторів, що дозволяє отримати більш точні та надійні прогнози.

Використання нейронних мереж у прогнозуванні кризи може допомогти банкам в ряді аспектів. По-перше, це забезпечує покращення точності та достовірності прогнозів, що дозволяє банкам забезпечувати більш ефективне управління ризиками. По-друге, нейронні мережі можуть допомогти виявити сигнали кризових ситуацій раніше, що дає банкам можливість вжити передбачувальних заходів та запобігти негативним наслідкам.

Використання нейронних мереж у прогнозуванні кризи також може допомогти банкам покращити своє рішення-робити процесу при видачі кредитів та управлінні активами. Враховуючи прогнозовані ризики кризи, банки можуть приймати більш обґрунтовані рішення щодо розподілу кредитних ресурсів та диверсифікації портфеля активів, що допомагає зменшити вплив кризових ситуацій.

Водночас, важливо зазначити, що нейронні мережі не є універсальним рішенням і мають свої обмеження. Вони потребують достатнього обсягу якісних та репрезентативних даних для навчання, а також добре налаштованих параметрів та методів валідації моделі. Крім того, нейронні мережі можуть бути складними у розумінні та поясненні результатів, що може бути важливим аспектом у банківському секторі.

У підсумку, використання нейронних мереж у прогнозуванні кризи може допомогти банкам покращити управління ризиками та зменшити вплив кризових

ситуацій. Але важливо пам'ятати, що це лише інструмент, і успішне управління ризиками вимагає комплексного підходу, який поєднує різні методи та практики.

2.3 Рекомендації щодо розробки та застосування економіко-математичної моделі управління інвестиційними ризиками банку

Цінні папери включають акції, облігації, деривативи та інші фінансові інструменти, які можуть бути придбані та утримувані банками, як частину їхнього портфеля. Купівля цінних паперів дозволяє банкам розширити їхні можливості інвестування, генерувати дохід, здійснювати гандлінг цінними паперами або просто зберігати їх як активи.

Банки можуть придбавати цінні папери, як частину свого власного портфеля інвестицій, або вони можуть купувати цінні папери від клієнтів як частина послуги з управління активами або брокерської діяльності. Купівля цінних паперів може відбуватися на вторинному ринку, де банк придбає цінні папери, які вже були видані та перебувають у власності інших інвесторів, або на первинному ринку, де банк може придбати нові цінні папери, що щойно були емітовані[28].

Задача, яка стоїть перед дослідженням, - це побудова математично-економічної моделі, яка буде давати відповідь на питання: «Який ризик загрожує, якщо УКРСИББАНК інвестує кошти у європейські підприємства».

Етапи побудови моделі:

1. збір даних. Дані включають, такі показники: Інфляція в Євросоюзі та Центральній Азії, ВВП в Євросоюзі та Центральній Азії, Рівень безробіття в Євросоюзі та Центральній Азії, Індекс FTSE 100.
2. побудова лінійної регресії та аналізу часових рядів. Визначення залежностей побудування прогнозу.
3. побудова прогнозу на основі часових рядів незалежних змінних.
4. кількісна оцінка ризику за допомогою вартісної оцінки.

5. дати відповідь на питання: «Який ризик загрожує, якщо УКРСИББАНК інвестує кошти у європейські підприємства».

Розберемо показники на основі яких буде будуватися модель. Дані показники є важливими економічними показниками, що відображають стан і розвиток регіонів, таких як Євросоюз та Центральна Азія. Основні показники включають інфляцію, ВВП, рівень безробіття та індекс FTSE 100.

Дані показники є важливими економічними показниками, що відображають стан і розвиток регіонів, таких як Євросоюз та Центральна Азія. Основні показники включають інфляцію, ВВП, рівень безробіття та індекс FTSE 100.

Інфляція: інфляція вимірює зміну загального рівня цін товарів і послуг. Вона вказує на те, наскільки швидко зростають ціни в економіці. Висока інфляція може негативно впливати на покупну спроможність грошей та веде до знецінення валюти.

ВВП: ВВП (Валовий Внутрішній Продукт) є одним з основних показників економічного здоров'я країни. Він вимірює загальну вартість всіх товарів і послуг, що виробляються протягом певного періоду часу. ВВП є ознакою економічного зростання та рівня розвитку країни.

Рівень безробіття: цей показник вказує на відсоток осіб, які активно шукають роботу, але не можуть знайти її. Він свідчить про стан ринку праці та може бути ознакою економічної стабільності або нестабільності. Високий рівень безробіття може вказувати на проблеми в економіці.

Індекс FTSE 100: це один з провідних індексів акційного ринку. Він включає 100 найбільших компаній, зареєстрованих на Європейській фондовій біржі. Індекс FTSE 100 служить показником загального руху акційного ринку та може відображати тренди та стан економіки Європи.

Отже приступимо до побудови множинної лінійної регресії. Для її побудови будемо використовувати наступні данні (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Дані для побудови множинної лінійної регресії

Роки	Інфляція в Євросоюзі та Центральній Азії, %	ВВП в Євросоюзі та Центральній Азії, млрд. євро	Рівень безробіття в Євросоюзі та Центральній Азії, %	FTSE 100 Індекс
2000	3,77538829	10065,98251	9,08421826	5,642
2001	4,26287229	10167,09593	9,09158412	4,656
2002	2,78615989	11134,42866	9,11259044	3,655
2003	2,3486417	13536,02584	9,10193849	4,489
2004	2,82947796	15776,44579	8,72137032	4,968
2005	2,60932308	16782,23236	8,07795292	6,129
2006	3,19288638	18169,14869	7,16212308	6,466
2007	2,91598262	21229,64172	7,069239	5,884
2008	6,05974046	23365,1694	8,8963638	3,626
2009	1,5360765	20549,20462	8,97622143	5,225
2010	2,42447362	21021,72725	8,71905066	5,190
2011	3,85611245	23305,51964	8,92988463	5,128
2012	2,77333854	22449,77381	9,16661441	5,742
2013	1,73403964	23452,49595	8,92320958	6,462
2014	0,62049064	23779,70674	8,52548914	6,743
2015	0,36804684	20484,14655	8,05871396	6,247
2016	0,3888383	20418,62506	7,45343754	6,781
2017	1,91558847	21653,93635	6,86932129	7,203
2018	2,02805963	23193,55817	6,64345037	7,748
2019	1,78415097	22909,9811	7,0774272	7,248
2020	1,20007349	22139,98073	6,90825213	5,577
2021	3,23074912	25082,83422	6,24574967	7,059

Джерело: сформовано з джерела [19]

Множинна лінійна регресія - це метод статистичного моделювання, який дозволяє знаходити зв'язок між залежною змінною (відгуком) і набором незалежних змінних (пояснювачами) у лінійній формі. Наша залежна змінна - це індекс FTSE 100, а незалежні - Інфляція в Євросоюзі та Центральній Азії, ВВП в Євросоюзі та Центральній Азії, Рівень безробіття в Євросоюзі та Центральній Азії. Цей метод може бути використаний для прогнозування значень відгуку на основі вхідних даних.

Щоб переконатися, що дані наші мають якийсь статичний контекст потрібно провести кореляційний аналіз.

У дослідженні було використано бібліотеку Pandas, для маніпуляції з даними містить метод, який будує кореляційну матрицю. Аналіз кореляційної матриці дозволяє зрозуміти ступінь зв'язку між різними змінними та ідентифікувати тенденції у взаємодії між ними (рис. 2.3).

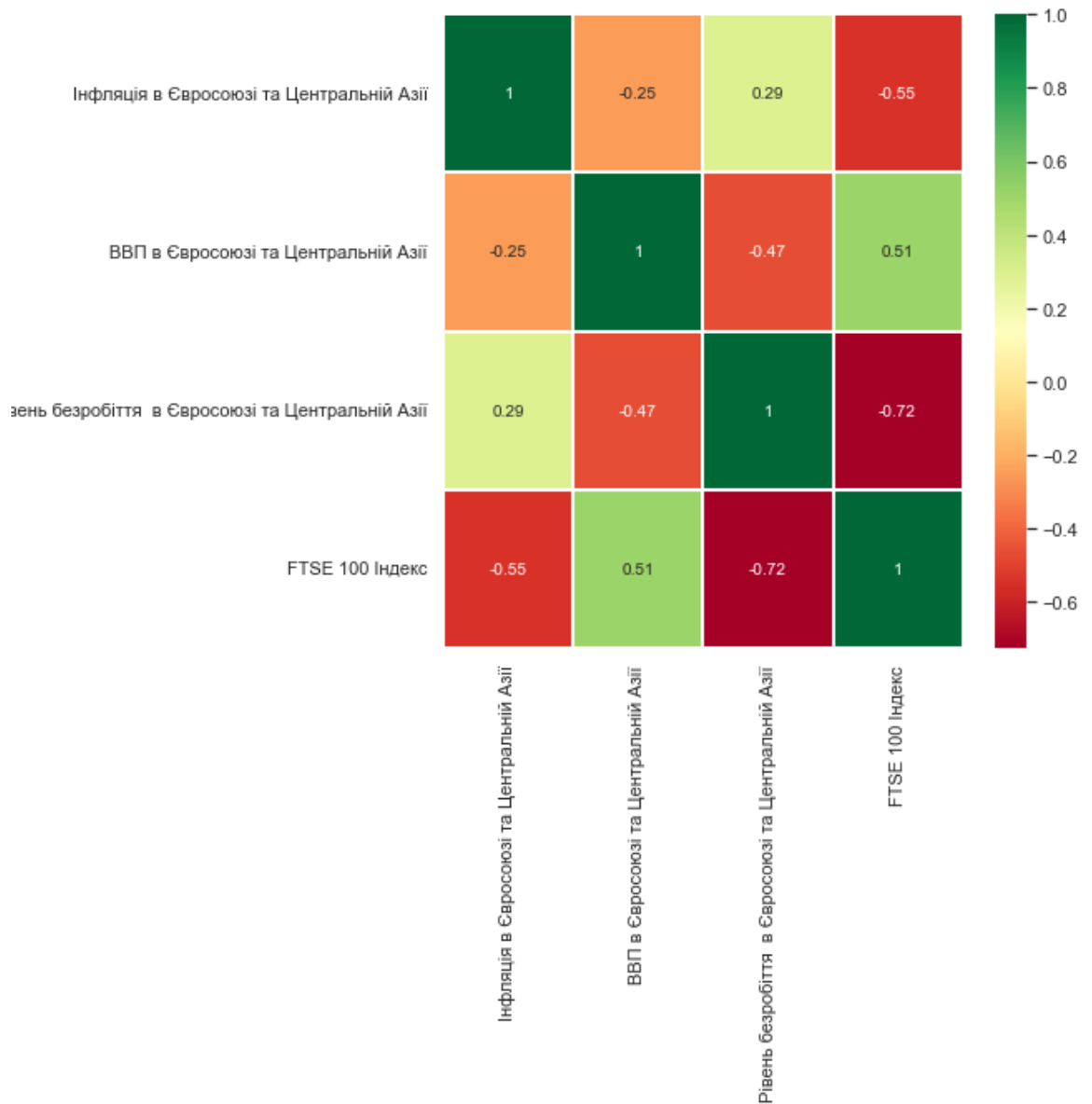


Рис. 2.3 Кореляційна матриця

Джерело: побудовано автором

Кожен елемент у матриці представляє коефіцієнт кореляції між двома змінними. Значення від -1 до 1 вказують на напрямок та силу зв'язку між

змінними. Значення ближче до 1 вказують на позитивний зв'язок, ближче до -1 - на негативний зв'язок, а значення близькі до 0 - на відсутність зв'язку.

Наприклад, на (рис 2.3) можна побачити зв'язок між Інфляцією та FTSE 100 Індексом є помірний негативний зв'язок з коефіцієнтом кореляції -0.545907. Це означає, що коли інфляція зростає, значення FTSE 100 Індeksu зменшується.

Також коефіцієнт кореляції між ВВП та FTSE 100 Індексом (0.511252) показує помірний позитивний зв'язок. Це означає, що існує тенденція до позитивного зв'язку між ВВП та значеннями FTSE 100 Індeksu. Цей зв'язок може вказувати на вплив економічного зростання на фондовий ринок.

Коефіцієнт кореляції між Безробіттям та FTSE 100 Індексом (-0.724773) показує помірний негативний зв'язок. Це означає, що коли рівень безробіття зростає, значення FTSE 100 Індeksu має тенденцію зменшуватися. Цей зв'язок може свідчити про вплив ринку праці на фондовий ринок.

Створивши лінійну модель за допомогою виклику екземпляра класу `LinearRegression()` та навчивши її на навчальному масиві даних. Після навчання за допомогою методів класу `LinearRegression()` можна отримати рівняння лінійної регресії .:

(2.3)

$$y = 10788.5640 + -2.92653641e + 02 \times x1 + 4.10238136e - 11 \times x2 + 6.21574310e + 02 \times x3$$

З цього рівняння впливає наступне: y є залежною змінною (відгуком), $x1$, $x2$ та $x3$ є незалежними змінними (предикторами), 10788.5640 є перехопленням, -292.653641, 0.0000000000410238136 та 621.574310 є коефіцієнтами регресії, які відповідають незалежним змінним $x1$, $x2$ та $x3$.

Наступним нашим кроком є побудова прогнозу на основі часових рядів. Найкращим рішенням буде використати бібліотеку `FBProphet`. `FBProphet` є відкритою бібліотекою прогнозування часових рядів, розробленою командою Facebook. Вона спеціально призначена для прогнозування часових рядів з щорічними, місячними або щотижневими сезонними залежностями. `FBProphet`

надає простий та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для побудови прогнозів на основі змінних часових рядів.

Основні переваги FBProphet:

гнучкість: FBProphet дозволяє враховувати сезонність, зміну тренду та ефекти свят, що робить його придатним для різних типів часових рядів;

автоматизований процес: Бібліотека надає автоматичну обробку багатьох складових аналізу часових рядів, таких як виявлення сезонності, виявлення зміни тренду, робота з пропущеними значеннями та інші;

гнучкість параметрів: FBProphet надає користувачу можливість налаштувати рівень гнучкості моделі шляхом налаштування різних параметрів, таких як розмір сезонної складової, розмір затримки, регуляризація та інші;

інтерпретованість: FBProphet надає зручний спосіб інтерпретувати результати прогнозування, включаючи графіки тренду, сезонності, зміни та інші компоненти.

FBProphet став досить популярним інструментом для прогнозування часових рядів у декількох галузях, зокрема в фінансах, маркетингу, економіці та інших сферах, де аналіз та прогнозування часових рядів є важливим завданням.

Прогноз будемо проводити на 3 роки вперед, такий інтервал дасть зрозуміти потенційні зміни у часовому ряді.

Код з виконанням прогнозу надано в Додатку Г.

Виходячи з графіків прогнозу (рис. 2.4) потрібно оцінити результати аналізу часових рядів з.

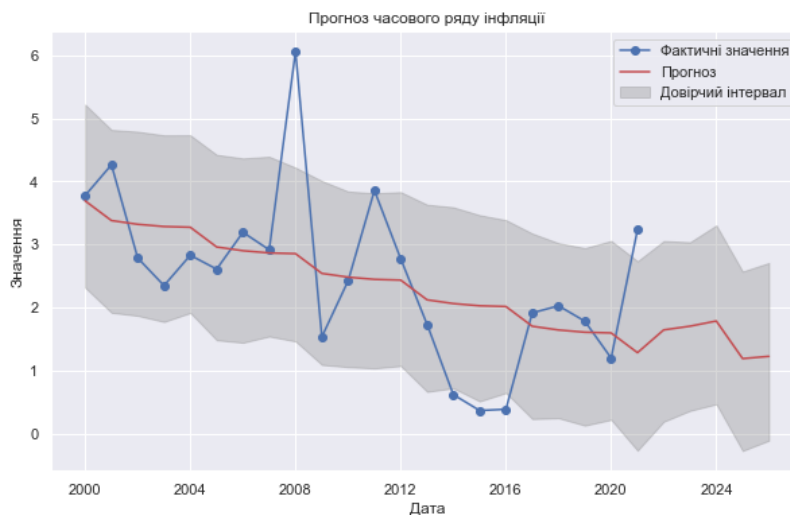


Рис. 2.4. Прогноз часового ряду інфляції

Джерело: побудовано автором

На графіку видно, що бібліотека чітко описала довірчий інтервал показнику, та тримає лінію тренду поруч з фактичними значеннями, з цього можна зробити висновок, що прогнозовані значення, отримані за допомогою FBProphet, відповідають реальним змінам в часовому ряді. Також, довірчі інтервали надають інформацію про впевненість моделі щодо прогнозованих значень (рис. 2.5).

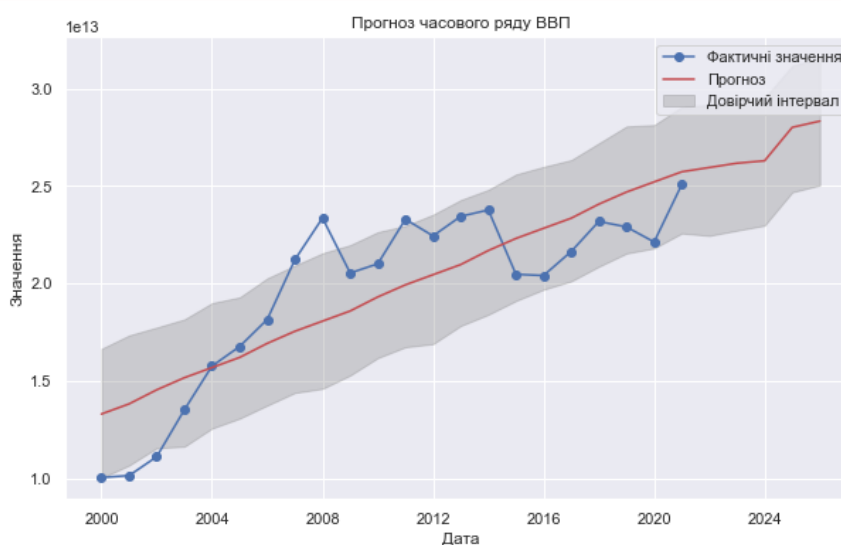


Рис. 2.5. Прогноз часового ряду ВВП

Джерело: побудовано автором

Слід зауважити що лінія тренду має майже лінійний характер, що говорить про наявність сталого та стійкого зростання значень в часовому ряді. Тренд може вказувати на сталу тенденцію розвитку явища, яке аналізується (рис. 2.6).

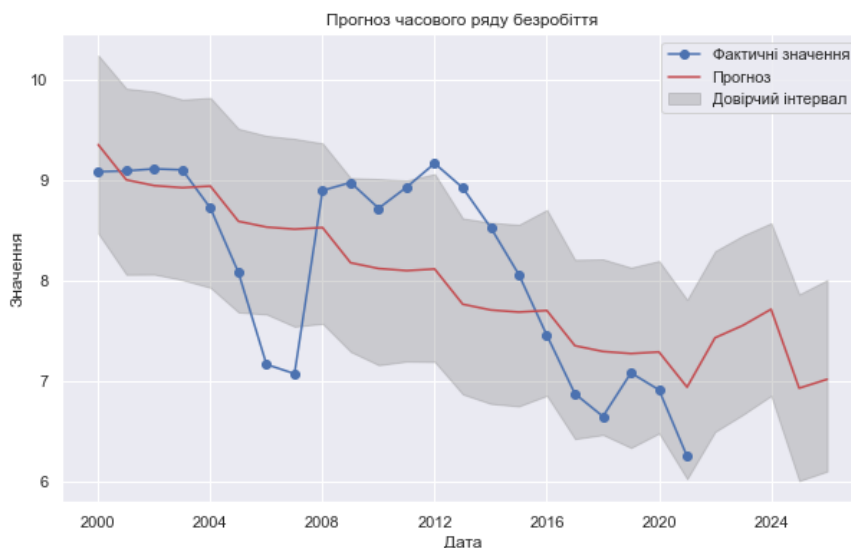


Рис. 2.6. Прогноз часового ряду безробіття

Джерело: побудовано автором

Слід зазначити, що прогнозовані значення виходять за межі фактичних значень, що дозволяє нам порівняти графічно, як поведуть себе значення прогнозу. На графіках інфляції та безробіття відбувається різкий стрибок прогнозу, що говорить про негативні наслідки зв'язані з подіями, які відбувалися на часовому проміжку.

Спрогнозувавши наші незалежні змінні, можна приступити до прогнозу залежної змінної. Побудувати прогноз можна за допомогою: використати рівняння регресії та підставити туди показники, які спрогнозували, або ж зробити прогноз часових рядів.

Розглянемо обидва варіанти (рис. 2.7).

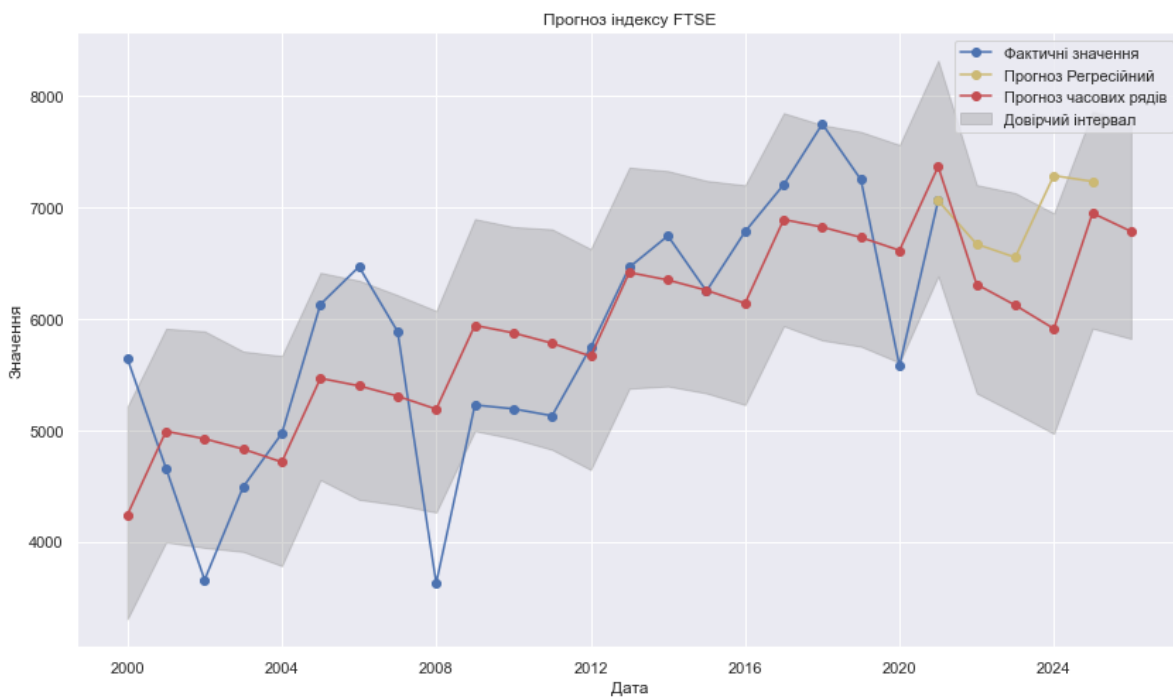


Рис. 2.7. Прогнозування індексу FTSE

Джерело: побудовано автором

Код виконання та побудови графіків наданий у Додатку Г.

Отже, рівняння регресії отримало вхідні данні, а на виході отримали прогнозовані значення нашого індексу, що побудувалися у вигляді жовтої лінії, яка продовжує фактичні значення. Червона лінія відображає прогнозовані значення, які були отримані за допомогою аналізу часових рядів.

На графіку, не залежно від виду прогнозу, відбувається спад показнику (індексу FTSE 100), це вказує на негативні наслідки в економіці, наші 100 підприємств зменшать акційний капітал, а інвестори отримають менше прибутків у 2022-2025 роках.

Виходячи з наявної інформації, слід кількісно оцінити ризик, який загрожує Банку.

Для умовної інвестиції 100 000 тис. євро в компанії, які входять в індекс FTSE 100.

Для визначення вартості ризику будемо використовувати нашу модель Value at Risk. Кроки аналізу ризиків включають наступне:

1. Розрахунок дохідності:
 - використовуються дані змінних, що містять прогнозовані значення;
 - Розраховується дохідність (приріст відсоткового значення) для кожного періоду шляхом обчислення відношення поточного значення до попереднього та віднімання одиниці;
 - Використовується середня геометрична дохідність для оцінки загального приросту в даних періодах;
2. Розрахунок дисперсії:
 - обчислюється стандартне відхилення (дисперсія) дохідності;
3. розрахунок параметричного VaR;
 - використовується нормальний розподіл для моделювання ризику;
 - визначається квантиль (а-й квантиль, де $a = 1 - \text{var}$) для отримання значення VaR;
4. обчислюється параметричний VaR, який вказує на втрати, що можуть виникнути при найгіршому розглянутому сценарії;
5. Симуляція Монте-Карло для розрахунку VaR:
 - використовується метод симуляції Монте-Карло, де генеруються випадкові значення з нормального розподілу;
 - застосовується параметричний підхід з урахуванням дрейфу (drift) для збереження консервативності;
 - обчислюється квантиль (а-й квантиль) для отримання значення VaR;
 - розраховується VaR на основі симуляцій, що вказує на потенційні збитки у найгіршому сценарії;
6. Потім отримавши значення параметричного VaR та VaR, отриманого за допомогою симуляції Монте-Карло:
 - параметричний VaR = 9703.65;
 - симуляція Монте-Карло VaR = 10168.47.

Ці значення вказують на очікувані збитки у найгіршому випадку, залежно від певного рівня довіри (var).

Залежно від аналізу регресії і прогнозованих значень індексу FTSE 100 наступного трьохрічного періоду (2022-2025), можна зробити наступні висновки:

- аналіз ризиків, проведений за допомогою моделі Value at Risk (VaR), дозволяє оцінити можливі збитки при інвестуванні 100 000 євро в FTSE 100 на тривалий період;

- параметричний VaR (16082.59 євро) та VaR, отриманий за допомогою симуляції Монте-Карло (17730.77 євро), вказують на очікувані збитки у найгіршому випадку з рівнем довіри (95%);

Отже, з огляду на розрахунки VaR, інвестування в FTSE 100 на довгостроковій перспективі може бути пов'язано зі значним ризиком збитків для УкрСиббанку. Банку слід бути обережними та враховувати ці ризики при прийнятті рішення про інвестування.

В цілому комплексний підхід до оцінки ризиків наведено у (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Результати запропонованої економіко-математичної моделі управління ризиками банку

Ризик	Методи оцінки ризику	Результат (ймовірність, втрата прибутку)	Напрями управління ризиками
Інвестиційний	Множинна лінійна регресія, аналіз часових рядів, Вартісна оцінка ризику Value at Risk	Втрата прибутку в обсязі 16082,59 євро з ймовірністю 5%, з ймовірністю 95% втрата прибутку буде незначною	Оцінка ризику, контроль ризиків, управління ризиками на рівні портфеля, ідентифікація ризиків
Надзвичайний	Нейрона мережа з попереднім навчанням	Кваліфікація настання кризи в Україні в 2021 рівна 0, відповідно надзвичайний ризик незначний.	Ідентифікація ризику, контроль ризиків, ризикове управління, Управління кризовими ситуаціями
Операційний	Вартісна оцінка ризику Value at Risk	Втрата прибутку 264364,23 тис. грн. з ймовірністю 5%, з ймовірністю 95% втрата прибутку буде не значна.	Оцінка ризиків, ідентифікація ризиків

Джерело: побудовано автором

Аналізуючи наведені дані про ризики, методи їх оцінки та результати, можна зробити наступні висновки:

інвестиційний ризик: застосування методів, таких як множинна лінійна регресія, аналіз часових рядів та вартісна оцінка ризику (Value at Risk), дозволило оцінити параметричний VaR на рівні 16 082 євро. Для управління цим ризиком рекомендується оцінка ризику, контроль ризиків, управління ризиками на рівні портфеля та ідентифікація ризиків;

надзвичайний ризик: застосування навченої нейронної мережі дозволило прогнозувати низьку ймовірність настання макроекономічної кризи в 2021 році. Управління цим ризиком передбачає ідентифікацію ризику, контроль ризиків, ризикове управління та управління кризовими ситуаціями;

операційний ризик: використання методу вартісної оцінки ризику (Value at Risk) дозволило оцінити параметричний VaR на рівні 264 364 тис. грн. Управління цим ризиком включає оцінку ризиків та ідентифікацію ризиків.

Отже, для ефективного управління ризиками в банківській діяльності рекомендується проведення ідентифікації ризиків, оцінка ризиків, контроль ризиків, ризикове управління на рівні портфеля та управління кризовими ситуаціями. Це допоможе забезпечити стійкість банку, знизити можливі втрати та забезпечити його успішну діяльність у змінних умовах ринку.

Висновки до розділу 2

Розроблено комплексну модель управління операційним, інвестиційним і надзвичайним ризиками для банку «Укрсиббанк». Ця модель включає в себе різноманітні методи оцінки ризиків, такі як множинна лінійна регресія, аналіз часових рядів і вартісна оцінка ризику (Value at Risk).

Для операційного ризику була застосована методика Value at Risk, що дозволило оцінити ймовірність втрати прибутку на рівні 264 364 тис. грн. Це

дозволяє банку оцінювати ризики, забезпечувати їх контроль та приймати необхідні рішення для зменшення втрат.

Для інвестиційного ризику було застосовано множинну лінійну регресію та аналіз часових рядів, що дозволило оцінити параметричний Value at Risk на рівні 16 082 євро. Ця модель допомагає банку управляти ризиками на рівні портфеля, виявляти потенційні ризики та приймати обґрунтовані інвестиційні рішення.

Надзвичайний ризик було вирішено моделювати з використанням нейронної мережі, яка попередньо навчалася на показниках, таких як інфляція, ВВП та безробіття. На основі цього моделювання було встановлено низьку ймовірність настання кризової ситуації в 2021 році. Ця модель дозволяє банку ідентифікувати ризик, контролювати його та приймати вчасні заходи для управління кризовими ситуаціями.

Отже, розроблена комплексна модель управління ризиками дозволяє «Укрсиббанк» оцінювати, контролювати і управляти операційним, інвестиційним і надзвичайним ризиками. Це забезпечує банку стійкість, знижує можливі втрати і допомагає уникнути негативних наслідків кризових ситуацій. Розроблена модель може слугувати важливим інструментом для управління ризиками і сприяти успішній діяльності банку в змінних умовах ринку.

ВИСНОВОК

У кваліфікаційній роботі удосконалено економіко-математичний інструментарій оцінки та управління банківськими ризиками.

Результати дослідження полягають у такому.

В процесі дослідження встановлено, що банки відіграють важливу роль у фінансовій системі країни, надаючи різноманітні фінансові послуги та продукти клієнтам. Проте, банківська діяльність пов'язана з різноманітними ризиками, які можуть вплинути на фінансову стабільність банку та загальну економічну ситуацію країни. Серед досліджуваних ризиків вбачається, що найбільш актуальними та складно передбачуваними є: операційний ризик (як вимірjana загроза втрати прибутку внаслідок недосконалої операційної діяльності банку); надзвичайний ризик (або ризик кризи в банківській діяльності, що виникає в ситуаціях макроекономічної нестабільності); інвестиційний ризик (пов'язаний зі здійсненням інвестиційних операцій, а втрата коштів від інвестиційних операцій може впливати на фінансову стабільність банку та його репутацію).

Враховуючи ризики банківської діяльності, банки повинні розробляти та застосовувати ефективні стратегії управління ризиками, які залежать від якості проведеної оцінки.

В цілому, управління ризиками є невід'ємною складовою банківської діяльності, яка допомагає забезпечити фінансову стійкість банків та стабільність фінансової системи в цілому.

Інструменти виявлення та контролю банківських ризиків, включаючи системи оцінки ризиків, системи контролю за дотриманням правил та політик управління ризиками та системи внутрішнього аудиту, є важливими для забезпечення ефективного управління ризиками та збереження фінансової стабільності банку. При використанні цих інструментів банки можуть виявляти та контролювати різноманітні ризики, що забезпечує їхню стійкість та надійність в умовах складної фінансової ситуації.

Дослідження економіко-математичних моделей управління ризиками показало їх різноманіття, їх переваги та недоліки. Тому важливим є комплексний підхід до системи оцінки банківських ризиків, який дозволить всебічно та системно поглянути на загрози банківській діяльності та вчасно застосувати заходи з управління ризиками.

Комплексне застосування моделей управління ризиками у випадку операційного ризику, інвестиційного ризику та надзвичайного ризику оправдане, оскільки уможливорює управління ризиками як системою. Такий комплексний підхід до управління ризиками дозволяє банку краще розуміти взаємозв'язки та вплив різних видів ризиків, а також розробляти та впроваджувати ефективні стратегії та процедури для їх контролю та зменшення.

Розроблено комплексну модель управління операційним, інвестиційним і надзвичайним ризиками для банку «Укрсиббанк». Ця модель включає в себе різноманітні методи оцінки ризиків, такі як множинна лінійна регресія, аналіз часових рядів і вартісна оцінка ризику (Value at Risk).

Для операційного ризику була застосована методика Value at Risk, що дозволило оцінити ймовірність втрати прибутку на рівні 264 364 тис. грн. Це дозволяє банку оцінювати ризики, забезпечувати їх контроль та приймати необхідні рішення для зменшення втрат.

Для інвестиційного ризику було застосовано множинну лінійну регресію та аналіз часових рядів, що дозволило оцінити параметричний Value at Risk на рівні 16 082 євро. Ця модель допомагає банку управляти ризиками на рівні портфеля, виявляти потенційні ризики та приймати обґрунтовані інвестиційні рішення.

Надзвичайний ризик було вирішено моделювати з використанням нейронної мережі, яка попередньо навчалася на показниках, таких як інфляція, ВВП та безробіття. На основі цього моделювання було встановлено низьку ймовірність настання кризової ситуації в 2021 році. Ця модель дозволяє банку ідентифікувати ризик, контролювати його та приймати вчасні заходи для управління кризовими ситуаціями.

Отже, розроблена комплексна модель управління ризиками дозволяє банку «Укрсиббанк» оцінювати, контролювати і управляти операційним, інвестиційним і надзвичайним ризиками. Це забезпечує банку стійкість, знижує можливі втрати і допомагає уникнути негативних наслідків кризових ситуацій. Розроблена модель може слугувати важливим інструментом для управління ризиками і сприяти успішній діяльності банку в змінних умовах ринку.

Таким чином, банк може використовувати пропоновані інструменти разом з іншими методами та аналізувати їх результати разом з іншими факторами при прийнятті рішень щодо ризик-менеджменту та інвестиційної стратегії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гриценко Л. Л., Боярко І. М. Роль банківської системи в розвитку реального сектора економіки країни. Перемишль : Наука і студія, 2009. 234 с.
2. Орзул О. Ю. Теоретичні аспекти взаємозв'язку банківської системи та економічного розвитку. *Ефективна економіка*. 2016. №12. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=5352> (дата звернення: 18.05.2023).
3. Пшик Б. І., Печенко О. О. Актуальні проблеми розвитку банківської інвестиційної діяльності в Україні. *Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії та практики*. 2014. № 2. С. 24-32.
4. Методичні вказівки з інспектування банків Система оцінки ризиків. Постанова Правління Національного банку України від 15.03.2004 № 104: веб-сайт. URL: <http://www.zakon.rada.gov.ua> (дата звернення 12.04.2023).
5. Арбузов С.Г., Колобов Ю.В., Міщенко В.І., Науменкова С.В. Банківська енциклопедія. ЦНД НБУ : Знання, 2011. 433 с.
6. Гавриленко В. Д. Управління банківськими ризиками. Миколаїв: ЧНУ ім. Петра Могили, 2023. 118 с.
7. Стренадко В. Р. Кредитний ризик у банківській сфері та методи управління ним. Харків: ДБТУ, 2022. 155 с.
8. Д'яконова, І.І. Система управління банківськими ризиками. *Вісник Сумського державного університету. Серія Економіка*. 2008. № 2. С. 48-57.
9. Шварц, О. В. Методика Value-At-Risk (VAR) як метод управління валютним ризиком в банку. *Вісник соціально-економічних досліджень*. 2012. №1. С. 384-389.
10. Юшкалюк А. А. Інтегральний фінансовий ризик банку та загальна методологія його оцінки. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2016. №3. С. 163-167.

11. Луо К., Кештегар Б., Чжу С. П., Тайлан О. та Ніу Х. П. Гібридне розширене моделювання Монте-Карло в поєднанні з передовим підходом машинного навчання для точного й ефективного аналізу надійності конструкції. Комп'ютерні методи в прикладній механіці та інженерії. Сінгапур, 2022. 388 с.
12. Мельник І. А. Методи оцінки і прогнозування фінансових ризиків для банківського сектора. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 23 с.
13. Харченко Ю.А. Кореляційно-регресійний аналіз обсягів збуту продукції промислового підприємства. *Економічний простір*. 2014. №86. С. 214–223.
14. Чікіна Н. О., Антонова І. В. Перед прогнозний аналіз часових рядів з довготривалою пам'яттю. *Математичне моделювання в техніці та технологіях*. 2022. №4. С. 130-136.
15. Герус В., Вітрук С. Ефективність нейронних мереж в економіці. Scientific Collection «InterConf», 2022. 394 с.
16. Жежуха, В. Й. Ризики інноваційної діяльності підприємств. Науковий вісник НЛТУ України. 2009. №19. С. 177-182.
17. Забчук Г., Іващук О. Банківські ризики в Україні в умовах стратегічної невизначеності розвитку національної економіки. *Інститут бухгалтерського обліку, контроль та аналіз в умовах глобалізації*. 2020. №4. С. 102-117.
18. Гожий О., Кобилінський І., Лугінець Д.. Підхід до оцінювання ризиків у задачах планування. Комп'ютерні науки та інформаційні технології. *Львівська політехніка*. 2014. №12. С. 98-105.
19. Сайт всесвітньої макроекономічної організації DataWorldBank: веб-сайт. URL: <https://data.worldbank.org/> (дата звернення: 24.03.2023).
20. Фінансова звітність банку «УКРСИББАНК»: веб-сайт. URL: <https://ukrsibbank.com/about-bank/financial-documents/financial-reports/> (дата звернення: 12.03.2023).

21. Кондратенко Н. О., Азарченкова М. К. Дослідження кризових явищ та проблеми антикризового управління в Україні. Збірник наукових праць ВНАУ. *Економічні науки*. 2013. №3. С. 122-129.
22. Пшик Б. І., Печенко О. О. Актуальні проблеми розвитку банківської інвестиційної діяльності в Україні. *Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії та практики*. 2014. №6. С. 24-32.
23. Лісова К. Аналіз маркетингової діяльності українських брендів в умовах воєнного часу. *Політ. Сучасні проблеми науки: XXIII Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених* (м. Київ), 16 груд. 2022. С. 2.
24. Чекіна Р. Моделі ринкового та операційного ризику. *Політ. Сучасні проблеми науки: XXIII Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених* (м. Київ), 7 квіт. 2023. С. 133.
25. Кузнецова С.А. Банківська система: навч. посіб. К. : «Центр учбової літератури», 2014. 400 с.
26. Швайко М., Микиша А. Сучасні тенденції розвитку банківської системи України. *Соціальна економіка*. 2022. №63. С. 145-155.
27. Касич А. О., Підкуйко О. О., Коротенкова І. М. Роль державних банків у розвитку національної економіки. *Інвестиції: практика та досвід*. 2020. №1. С. 35-40.
28. Казак, О. О., Чистякова, Д. С. Управління ризиками інвестиційної діяльності банків України в умовах розвитку інформаційної економіки. *Ефективна економіка*. 2021. №1. С. 6-9.
29. Лавинда, М. А., Кокороко, С. К. Лінійна регресія для передбачення зсувних процесів. *Редакційна колегія*. 2020. № 302. С. 25-34.
30. Макаренко М. О. Оптимізація навчання нейронних мереж. Ідеї академіка ВМ Глушкова і сучасні проблеми теоретичної кібернетики. Нац. техн. ун-т України «КПІ ім. І. Сікорського», ф-т соціології і права; Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, 2020. 154 с.

31. Киричата М. П., Крилова О. В. Методичні аспекти управління фінансовими ризиками комерційного банку. ТНЕУ, 2019. 52 с.

32. Постанова Правління НБУ «Про схвалення Методичних рекомендацій щодо організації та функціонування систем ризик-менеджменту в банках України» № 361 від 02.08.2004: веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0361500-04#Text>.

33. Єпіфанов А. О., Васильєва Т. А., Козьменко С. М. Управління ризиками банків: монографія у 2-х томах. Т.2 : Управління ринковими ризиками та ризиками системних характеристик. за ред. д-ра екон. наук, проф. А. О. Єпіфанова і д-ра екон. Наук. проф. Т. А. Васильєвої. Суми : ДВНЗ “УАБС НБУ”, 2012. 229 с.

34. Холодна Ю. Є. Банківська система : навчальний посібник. ХНЕУ, 2013. 316 с.

35. Сукач О. М. Мінімізація ризиків як інструмент забезпечення безпеки банку. *Modern Economics*. 2020. № 22. С. 90-94.

ДОДАТКИДодаток А
Данні про прибуток

Таблиця А.1

Дані про прибуток «УКРСИББИНК»

Роки	Прибуток, тис. грн.
2005	99593
2006	469021
2007	813439
2008	417437
2009	1185818
2010	3039664
2011	3747735
2012	3767959
2013	65454
2014	870139
2015	732150
2016	993968
2017	1467441
2018	2788850
2019	2615044
2020	1324396
2021	1410650

Додаток Б

Код для побудови моделі Var

```

import numpy as np
import pandas as pd
import scipy.stats as sps
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
import statistics as stst
#сирі данні
data = pd.read_csv("D:\Studing\Дипломна робота\Прибуток.csv")
data.head()
time_period = data["years"]
# розрахунок дохідності
p = np.array(data["income"])
r = p[1:]/p[:-1] - 1 #
mu = np.prod(1+r)**(1/len(r)) - 1 # середня геометрична дохідність
sigma = np.std(r) # дисперсія
value = 54632 # Середні витрати
var = 0.95
a = 1 - var
#Параметричний
VCV_VAR = -value*(mu +sigma*sps.norm.ppf(a))
print("параметричний VaR "+ str(round(VCV_VAR, 2)))# тобто збиток який ми отримаємо
при найгіршому перебігу подій
fig, ax = plt.subplots(
figsize=(10, 6))
ax.hist(r, bins=50, density=True, alpha=0.6, label='Щоденна Щорічна')
x = np.linspace(mu - 5*sigma, mu + 5*sigma, 1000)
ax.plot(x, sps.norm.pdf(x, mu, sigma), label='Нормальний розподіл')
ax.set_xlabel('Щорічна віддача')
ax.set_ylabel('Щільність')
ax.legend()
plt.show()
fig, ax = plt.subplots(
figsize=(10, 6))
ax.plot(np.cumprod(1+r)-1)
ax.axhline(-VCV_VAR/value, color='green', label='Параметричне VaR')
ax.set_xlabel('Date')
ax.set_ylabel('Кумулятивна віддача')
ax.legend()
plt.show()
sns.set_style("whitegrid")
fig, ax = plt.subplots()
ax.hist(r, bins=50, density=True, alpha=0.6, label='Щоденна віддача')
x = np.linspace(mu - 5*sigma, mu + 5*sigma, 1000)
ax.plot(x, sps.norm.pdf(x, mu, sigma), label='Нормальний розподіл')
ax.set_xlabel('Щоденна віддача')
ax.set_ylabel('Щільність')
ax.legend()
plt.show()

```

Додаток В

Побудова нейронної мережі

```

import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import tensorflow as tf
from tensorflow import keras
import numpy as np
# Завантаження даних
data = pd.read_csv("D:\Studing\Дипломна робота\Прогноз кризи.csv")
# Розділення даних на ознаки (X) та цільову змінну (y)
features = np.array(data[data.columns[1:-1]])
labels = np.array(data[data.columns[-1]])
# Розбиття даних на тренувальний та тестовий набори
train_size = int(0.8 * len(features))
train_features = features[:train_size]
train_labels = labels[:train_size]
test_features = features[train_size:]
test_labels = labels[train_size:]
# Побудова моделі нейронної мережі
model = tf.keras.Sequential([
    tf.keras.layers.Dense(64, activation='relu', input_shape=(3,)),
    tf.keras.layers.Dense(64, activation='relu'),
    tf.keras.layers.Dense(1, activation='sigmoid')
])
# Компіляція моделі
model.compile(optimizer='adam', loss='binary_crossentropy', metrics=['accuracy'])
# Навчання моделі
model.fit(features, labels, epochs=30000, batch_size=32)
# Оцінка моделі на тестових даних
loss, accuracy = model.evaluate(features, labels)
print(f"Test Accuracy: {accuracy}")
# Прогнозування кризи за допомогою моделі
predictions = model.predict(features)
predicted_labels = np.round(predictions).flatten()
# Виведення прогнозів та фактичних міток
for i in range(len(features)):
    print(f"Predicted: {predicted_labels[i]}, Actual: {labels[i]}")

```

Додаток Г

Множинна лінійна регресія та часові ряди

```

import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import scipy.stats as sts
%matplotlib inline
import statistics
from sklearn import preprocessing
import seaborn as sns
from scipy.stats import pearsonr
from sklearn.linear_model import LinearRegression
from sklearn.model_selection import train_test_split
from fbprophet import Prophet
path = "D:\Studing\Дипломна робота\Дані.xlsx"
data = pd.read_excel(path)
#Роки
years = data["Роки"]
#Залежна змінна
ftse = data[data.columns[-1]]
# Незалежні змінні
GDP = data["ВВП в Євросоюзі та Центральній Азії"]
unemployment = data[data.columns[-2]]
inflation = data["Інфляція в Євросоюзі та Центральній Азії"]
#Підготовка даних до визначення кореляції
data_corr = data[data.columns[1:]]
data.head()
# Перетворення колонки "Роки" на формат datetime
data['Роки'] = pd.to_datetime(data['Роки'], format='%Y')
data.head()
#Побудова матриці кореляцій
sns.heatmap(data_corr.corr(),annot=True,cmap='RdYlGn',linewidths=0.2) #data.corr()--
>correlation matrix
fig=plt.gcf()
fig.set_size_inches(7,7)
plt.show()
data_corr.corr()
#Визначення кореляції Пірсона
corr, p_value = pearsonr(ftse, unemployment)
print(corr, '\n', np.corrcoef(ftse, unemployment))
#Побудова регресійної моделі
X = np.vstack((inflation, GDP, unemployment)).T
y = np.array(ftse)
# Створення моделі лінійної регресії
linear_model = LinearRegression()
# Тренування моделі за допомогою навчальних даних
linear_model.fit(X, ftse)
# Виведення коефіцієнтів регресії
print('Коефіцієнти регресії:', linear_model.coef_)
# Виведення перехоплення
print('Перехоплення:', linear_model.intercept_)

```

```

# Передбачення моделі
y_pred = model.predict(X)
# Обчислення коефіцієнта детермінації (R^2)
r2 = r2_score(y, y_pred)
# Виведення результатів
print('R^2:', r2)
inflation_time = pd.DataFrame({
    'ds':data["Роки"],
    'y': inflation
})
training_data = inflation_time[:18]
test_data = inflation_time[18:]
time_series = Prophet(daily_seasonality=False)
time_series.fit(inflation_time)
future = time_series.make_future_dataframe(periods=5, freq="y")
presict_inflation = time_series.predict(future)
# Графік прогнозу та фактичних значень
fig, ax = plt.subplots(figsize=(10, 6))
# Фактичні значення
ax.plot(inflation_time['ds'], inflation_time['y'], 'bo-', label='Фактичні значення')
# Прогнозовані значення
ax.plot(presict_inflation['ds'], presict_inflation['yhat'], 'r-', label='Прогноз')
# Діапазон довірчого інтервалу
ax.fill_between(presict_inflation['ds'], presict_inflation['yhat_lower'],
presict_inflation['yhat_upper'], color='gray', alpha=0.3,
label='Довірчий інтервал')
# Налаштування вигляду графіку
ax.set_xlabel('Дата')
ax.set_ylabel('Значення')
ax.set_title('Прогноз часового ряду інфляції')
ax.legend()
# Виведення графіка
plt.show()
gdp_time = pd.DataFrame({
    'ds':data["Роки"],
    'y': GDP
})
training_data = gdp_time[:18]
test_data = gdp_time[18:]
time_series = Prophet()
time_series.fit(gdp_time)
future = time_series.make_future_dataframe(periods=5, freq="y")
predict_gdp = time_series.predict(future)
# Графік прогнозу та фактичних значень
fig, ax = plt.subplots(figsize=(10, 6))
# Фактичні значення
ax.plot(gdp_time['ds'], gdp_time['y'], 'bo-', label='Фактичні значення')
# Прогнозовані значення
ax.plot(predict_gdp['ds'], predict_gdp['yhat'], 'r-', label='Прогноз')
# Діапазон довірчого інтервалу
ax.fill_between(predict_gdp['ds'], predict_gdp['yhat_lower'], predict_gdp['yhat_upper'],
color='gray', alpha=0.3,

```

```

        label='Довірчий інтервал')
# Налаштування вигляду графіку
ax.set_xlabel('Дата')
ax.set_ylabel('Значення')
ax.set_title('Прогноз часового ряду ВВП')
ax.legend()
# Виведення графіка
plt.show()
unemployment_time = pd.DataFrame({
    'ds':data["Роки"],
    'y': unemployment
})
time_series = Prophet()
time_series.fit(unemployment_time)
future = time_series.make_future_dataframe(periods=5, freq="y")
predict_unemployment = time_series.predict(future)
# Графік прогнозу та фактичних значень
fig, ax = plt.subplots(figsize=(10, 6))
# Фактичні значення
ax.plot(unemployment_time['ds'], unemployment_time['y'], 'bo-', label='Фактичні значення')
# Прогнозовані значення
ax.plot(predict_unemployment['ds'], predict_unemployment['yhat'], 'r-', label='Прогноз')
# Діапазон довірчого інтервалу
ax.fill_between(predict_unemployment['ds'], predict_unemployment['yhat_lower'],
predict_unemployment['yhat_upper'], color='gray', alpha=0.3,
label='Довірчий інтервал')
# Налаштування вигляду графіку
ax.set_xlabel('Дата')
ax.set_ylabel('Значення')
ax.set_title('Прогноз часового ряду безробіття')
ax.legend()
# Виведення графіка
plt.show()
predict = pd.DataFrame({
    'data':presict_inflation['ds'],
    'Inflation time predict' : presict_inflation['yhat'],
    'Unemployment predict': predict_unemployment['yhat'],
    'GDP predict': predict_gdp['yhat']
})
xs = [presict_inflation['yhat'][-4:],predict_gdp['yhat'][-4:],predict_unemployment['yhat'][-4:]]
regresion_result =
linear_model.intercept_+(xs[0]*linear_model.coef_[0]+xs[1]*linear_model.coef_[1]+xs[2]*linear_
model.coef_[2])
predicted_ftse = pd.DataFrame({'FTSE': np.array(regresion_result)})
current_ftse = pd.DataFrame({'FTSE': np.array(data[data.columns[-1]])})
data_with_predict = pd.concat([current_ftse, predicted_ftse], ignore_index=True)
#Аналіз ризиків
# розрахунок дохідності
p = np.array(data_with_predict[-5:])
r = p[-(len(p)-1):]/p[-(len(p)-1)] -1 #
mu = np.prod(1+r)**(1/len(r)) -1 # середня геометрична дохідність
sigma = np.std(r) # дисперсія

```

```

value = 100000
var = 0.95
a = 1 - var
#Параметричний
VCV_VAR = -value*(mu +sigma*sts.norm.ppf(a))
print("параметричний VaR "+ str(round(VCV_VAR, 2)))# тобто збиток який ми отримаємо
при найгіршому перебігу подій
#Симуляція Монте-Карло
n = 100000
drift = (mu-sigma**2)/2 # для консервативності
simulation = np.random.normal(drift,sigma, n)
MCS_VaR = -value*np.quantile(simulation, a)
print("Симуляція Монте-Карло VaR "+ str(round(MCS_VaR, 2)))# тобто збиток який ми
отримаємо при найгіршому перебігу подій
VCV_VAR
fig, ax = plt.subplots(
figsize=(10, 6))
ax.plot(predict['data'][:,12:], np.cumprod(1+r)-1)
ax.axhline(-VCV_VAR/value, color='green', label='Параметричне VaR')
ax.axhline(-MCS_VaR/value, color='orange', label='Симуляція Монте-Карло VaR')
ax.set_xlabel('Дата')
ax.set_ylabel('Кумулятивна віддача')
ax.legend()
plt.show()
# Побудова графіку функції VaR(показує гістограму щоденної віддачі та нормальний
розподіл на основі середньої віддачі та дисперсії.)
fig, ax = plt.subplots(
figsize=(10, 6))
ax.hist(r, bins=50, density=True, alpha=0.6, label='Щоденна віддача')
x = np.linspace(mu - 5*sigma, mu + 5*sigma, 1000)
ax.plot(x, sts.norm.pdf(x, mu, sigma), label='Нормальний розподіл')
ax.set_xlabel('Щоденна віддача')
ax.set_ylabel('Щільність')
ax.legend()
plt.show()
ftse_time = pd.DataFrame({
    'ds':data["Роки"],
    'y': ftse
})
time_series = Prophet()
time_series.fit(ftse_time)
future = time_series.make_future_dataframe(periods=5, freq="y")
predict_ftse = time_series.predict(future)
# Графік прогнозу та фактичних значень
fig, ax = plt.subplots(figsize=(14, 8))
# Фактичні значення
ax.plot(ftse_time['ds'], ftse_time['y'], 'bo-', label='Фактичні значення')
# Прогнозовані значення
ax.plot(predict_ftse['ds'][-6:-1], data_with_predict[-5:], 'yo-', label='Прогноз Регресійний')
ax.plot(predict_ftse['ds'], predict_ftse['yhat'], 'ro-', label='Прогноз часових рядів')
# Діапазон довірчого інтервалу

```

```
ax.fill_between(predict_ftse['ds'], predict_ftse['yhat_lower'], predict_ftse['yhat_upper'], color='gray',
alpha=0.3,
                label='Довірчий інтервал')
# Налагодження вигляду графіку
ax.set_xlabel('Дата')
ax.set_ylabel('Значення')
ax.set_title('Прогноз індексу FTSE')
ax.legend()
# Виведення графіка
plt.show()
```