

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ

ФАКУЛЬТЕТ ЕКОНОМІЧНОЇ ІНФОРМАТИКИ

КАФЕДРА ЕКОНОМІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

МАГІСТРА

(освітній ступінь)

на тему: «Моделювання фінансової безпеки банківського сектора України»

Виконав: студент 2 року навчання,

групи 8.04.051.020.19.01,

спеціальності 051 «Економіка»

освітньо–професійної програми

«Економічна кібернетика»

Яковлев А.А.

Керівник: к.е.н., доц. Яценко Р. М.

Рецензент: к.т.н., доц. Турута О. П.

Харків – 2020 рік

ЗМІСТ

ВСТУП	2
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФІНАНСОВОЇ БЕЗПЕКИ БАНКІВСЬКОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ	
1.1 Банківська система України як об'єкт дослідження	4
1.2 Фінансова безпека як частина економічної безпеки	9
1.3 Аналіз загроз банківській системі України	13
РОЗДІЛ 2. ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ ФІНАНСОВОЇ БЕЗПЕКИ БАНКІВСЬКОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ	
2.1 Розрахунок нормативів банківської безпеки України	29
2.2 Особливості застосування методів кластеризації до банківського сектору України	33
2.3 Побудова моделей розпізнавання за допомогою дерев рішень	43
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ І МОДЕЛЮВАННЯ ФІНАНСОВОЇ БЕЗПЕКИ БАНКІВСЬКОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ	
3.1 Опис етапів побудови моделей фінансової безпеки	52
3.2 Моделі кластеризації банківського сектора	59
3.3 Моделі класифікації банківських установ України	79
3.4 Прогнозування фінансової безпеки банківського сектору	85
ВИСНОВОК	89
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	92
ДОДАТКИ	95

ВСТУП

Дана робота присвячена дослідженню в області економіки і стосується вивчення фінансової безпеки банківського сектора. Актуальність даної теми полягає в тому, що фінансова безпека банківського сектора нерозривно пов'язана з економічною безпекою держави та виявлення будь-яких проблем є вкрай важливим для швидкого прийняття заходів.

На вибір даної теми вплинула недосконалість системи розподілу банків, запропонована НБУ, яка розглядає лише процентний зміст часток в статутному капіталі, тобто основним принципом поділу банків є поділ за формою власності.

Метою даної роботи є побудова моделей фінансової безпеки банківського сектора України. Для цього буде проведено аналіз основних показників банківських безпеки, на основі аналізу нормативів банківської безпеки були побудовані моделі кластерного поділу банківського сектора на першому етапі.

На другому етапі були побудовані моделі класифікації, які ґрунтувалися на результатах моделювання першого етапу. За допомогою побудованих моделей був побудований прогноз стану кластерів на 10 минулих місяців.

Об'єктом дослідження є фінансова безпека банківської системи України.

Предметом дослідження є моделі та методи оцінки фінансової безпеки банківської системи України

Завданням був вибір найбільш оптимальних методів дослідження, моделювання фінансової безпеки банківської системи України. Як результат – моделі кластеризації та класифікації, за допомогою яких було здійснено побудову прогнозу на підставі досліджуваних нормативів.

Дана робота ґрунтується на звітах про фінансові загрози і статистичних даних від Національного банку України (НБУ).

В результаті побудови моделей кластеризації були виділені найбільш впливові на результат нормативи, які треба враховувати при кластерному розподілі банків, а так само виділено чотири великі групи на основі нормативу регулятивного капіталу, після чого в них були виділені внутрішньо групові підгрупи.

Для побудови даної моделі кластеризації було використано чотири методу кластеризації:

- k-means;
- affinity propagation;
- спектральний аналіз;
- ієрархічний поділ.

Якість кластеризації оцінювалося за допомогою 6 критеріїв оцінки якості:

- adjusted Rand Index;
- adjusted Mutual Information;
- гомогенність;
- повнота;
- v-мера;
- силует.

В результаті побудови моделей класифікації був здійснений прогноз минулих місяців для оцінки стабільності кластерів, отриманих в моделі кластеризації.

Для побудови моделі класифікації використовувалася модель дерев рішень (random forest) через її простоту та гнучкість при реалізації в програмному середовищі Python.

РОЗДІЛ І

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФІНАНСОВОЇ БЕЗПЕКИ БАНКІВСЬКОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ

1.1 Банківська система України як об'єкт дослідження

В даному розділі будуть розглянуті основні характеристики банківської системи України з метою вивчення об'єкта дослідження для кращого розуміння ходу майбутнього дослідження.

Формування української банківської системи розпочалося з проголошення незалежності 1991 року та виходу з Радянського Союзу. До цього часу Україна не мала необхідних передумов для існування незалежної банківської системи. Більшість банківських установ, що діяли в регіоні наприкінці 1980–х років, були незалежними банками та філіями афілійованих банків. Вони були частиною радянської банківської системи і ними керував профспілковий центр. Сама банківська система союзників була настільки далека від ринку, що агресивні реформи, включаючи Україну, розпочалися після оголошення курсу на реструктуризацію в 1988 році. Однак, хоча йшлося про формування центрального банку в кожній республіці, завдання побудови цілісної банківської системи в союзній республіці не ставилося. Вже в 1990 р. Розпочався процес складання проекту "банків і банків" українського законодавства. Але це, мабуть, означало реструктуризацію самого Центрального банку Союзу (Радянського державного банку), який нагадує Федеральний резерв США, а не побудову незалежної банківської системи в кожній республіці.

Банківська система – сукупність різних типів національних банків та кредитних установ, що діють за спільними фінансовими механізмами. Банківська система включає мережу центральних банків, комерційних банків та інших кредитно–розрахункових центрів. Центральний банк проводить

національну емісійну та грошово–кредитну політику і є основою резервної системи. Комерційні банки здійснюють усі види банківських операцій.

У країнах з добре розвиненою ринковою економікою розвиваються дворівневі банківські системи. Вищі рівні системи представлені центральним (емісійним) банком. На нижчому рівні є комерційні банки, які можна розділити на універсальні банки та спеціалізовані банки (інвестиційні банки, ощадні банки, іпотечні банки, банки споживчих кредитів, філіальні банки, вітчизняні банки).

Банківська система не включає небанківські кредитні та фінансові установи (інвестиційні компанії, інвестиційні фонди, страхові компанії, пенсійні фонди, ломбарди, довірчі компанії). Ці установи входять до більш загальної категорії фінансових установ.

Міжнародна практика знає декілька типів банківських систем:

децентралізована центрально–банківська система;

ринкова банківська система;

банківська система в перехідний період.

Промислова (централізована) банківська система: лише державний власник, державна монополія на формування банків, більше банківської системи, однорівнева політика, держава, відповідальна за банківські зобов'язання, діють уряди банків. Це один банк, який покладається на кредитні та емісійні операції, а керівника банку призначає вища влада центральним або місцевим урядом. Банки регулюються нормативними актами.

На відміну від систем розподілу (планово–адміністративної), ринкові банківські системи характеризуються відсутністю національної монополії на банки. Банківська система в ринкових умовах характеризується банківською конкуренцією. Функція розряду та кредитна функція розділені. Фінансування зосереджено в центральному банку, а позики для бізнесу та фізичних осіб надаються різними комерційними банками, такими як торгівля, інвестиції, інновації, іпотека та заощадження. Подібно до того, як держава не відповідає

за зобов'язаннями комерційного банку, комерційний банк не відповідає за зобов'язаннями держави.

Банки можуть успішно розвиватися лише як елемент банківської системи у співпраці з іншими елементами, особливо з банківською інфраструктурою. Елементами банківської інфраструктури є:

юридичний кодекс (визначає статус кредитної установи та перелік операцій, що виконуються нею);

внутрішні правила здійснення операцій (гарантування законодавства та захист вкладників, інтереси клієнтів банку, загальні власні інтереси та методичне забезпечення);

Побудова інфраструктури бухгалтерського обліку, звітності та аналізу (комп'ютерна обробка даних, управління банками на основі новітніх комунікаційних систем);

Структура апарату управління банком.

Основні функції системи:

забезпечити економічну функцію та розвиток шляхом надання банківських позик та організації платіжних систем;

посередництво в передачі коштів від кредиторів позичальникам та від продавців покупцям;

тимчасово накопичувати вільні ресурси в Україні;

особисте виробництво, розподіл продукції та надання позик потребам.[1]

Українська банківська система складається з двох рівнів, центральним банком є Український національний банк (НБУ), а другий рівень займають комерційні банки. Станом на 1 лютого 2020 року існує 75 компаній (25% з яких перебувають в іноземній власності). На початку 2016 року активи українських діючих банків досягли 1,25 трлн грн. Половина вкладів вкладників знаходиться в іноземній валюті. Для фізичних осіб існує Державний фонд гарантування вкладів (ФГВФО).



Рис. 1.1 Банківська система України

Український національний банк є центральним банком, який проводить грошово–кредитну політику єдиної держави для забезпечення стабільності своєї валюти. Банки створюються корпораціями або приватними особами на основі корпорацій або акцій. Банки виконують свої функції шляхом виконання таких операцій, як корпоративне, інституційне, організаційне та особисте фінансування, депозити, депозитні рахунки та недепозитні інвестиції. Позики юридичним та фізичним особам, інвестиції в цінні папери, формування залишків та резервів грошових коштів, формування інших активів. Національна економіка, валюта та інші банківські готівкові та платіжні послуги. [2]

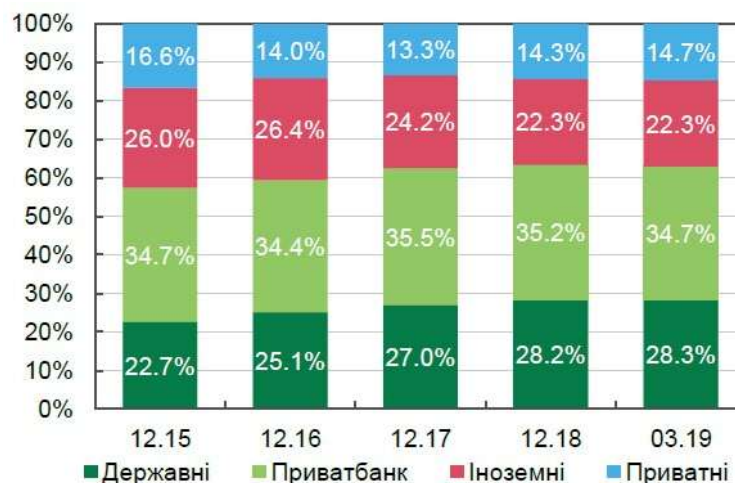


Рис. 1.2 Розподіл депозитів фізичних осіб за групами банків

Нижче представлені графіки, що характеризують структуру банківського сектора України двома різними методами ділення.

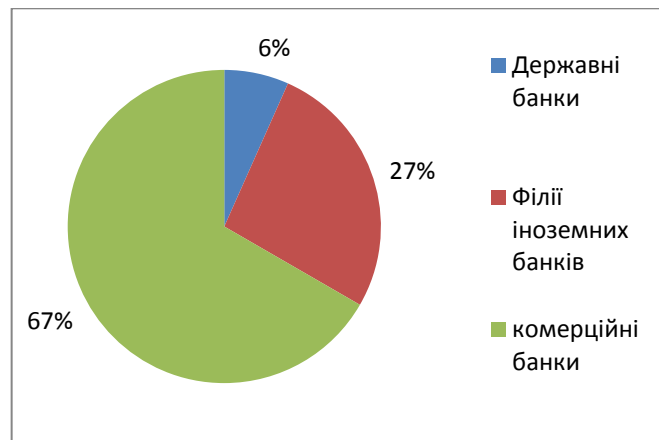


Рис. 1.3 Співвідношення банків за формою власності

Як можна побачити з даного графіка кількість банків, що знаходяться в іноземній володінні зросла на 2%, що може бути наслідком закриття АТ АКБ "АРКАДА", який став неплатоспроможним і готується до закриття.

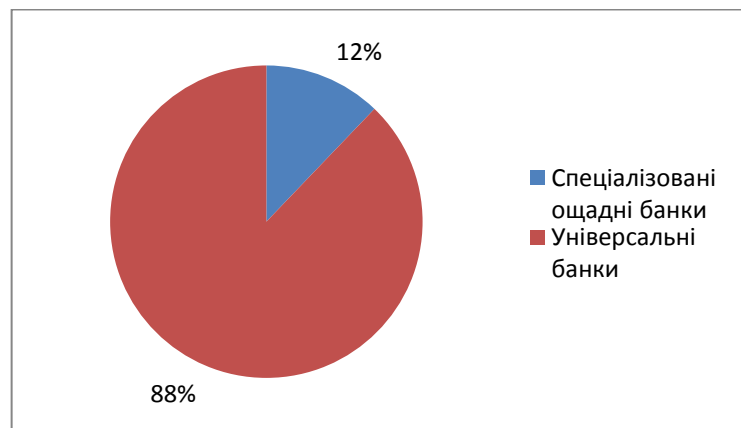


Рис. 1.4 Співвідношення банків за спеціалізацією

Національний банк України виділяє лише спеціалізовані ощадні банки, з цього інші банки були визначені, як універсальні банки.

В даному розділі була розглянута структура банківського сектора, а далі буде описана фінансова безпека банківської системи і її взаємозв'язок з економічною безпекою.

1.2 Фінансова безпека як частина економічної безпеки

Наступним пунктом розглядається сама фінансова безпека, її складові частини і деякі фактори, що впливають на фінансову безпеку.

Нездатність банківської системи або одного з її учасників забезпечити достатньо надійну функціональність може призвести до серйозних порушень або спотворень фінансової системи в цілому та економічної діяльності держави.

Економічна безпека визначається як "стан економічного та силового відомства, що забезпечує гарантований захист національних інтересів, соціальну політику та адекватну захист навіть у несприятливих умовах внутрішніх та зовнішніх процесів. Суб'єктів господарювання на всіх рівнях. Економічні вигоди Захист фінансових відносин вітчизняних та іноземних громадян та організацій, а також негативних макроекономічних та політичних факторів: кредитна, валютна, банківська, бюджетна, податкова, розрахункова, інвестиційна та пайова системи.

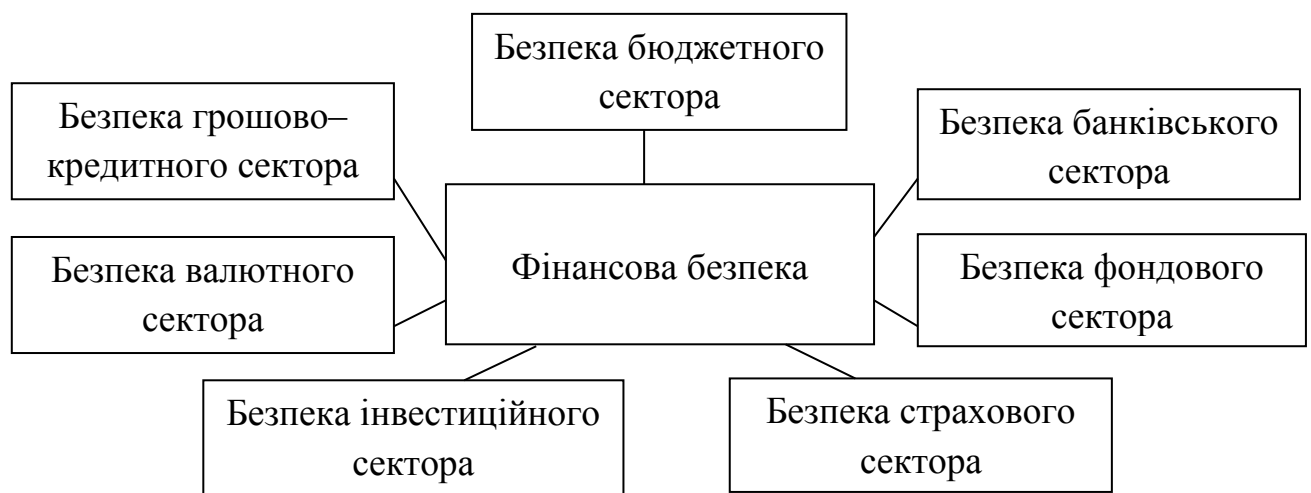


Рис. 1.2 Фінансова безпека

Система економічної безпеки побудована на ряді принципів:

складність. Цей принцип передбачає створення системи економічної безпеки, яка повинна захищати різні сфери діяльності від усіх видів загроз та забезпечувати належне функціонування компанії;

пріоритет запобіжних заходів. Система економічної безпеки повинна зосереджуватися на ранньому виявленні всіх можливих загроз та вживанні заходів для запобігання їх негативним наслідкам та шкоді для банківського сектору;

безперервність. Система фінансового забезпечення корпорацій повинна постійно гарантувати захист інтересів банківського сектору в постійно мінливих ситуаціях;

законність. Всі дії щодо забезпечення економічної безпеки повинні здійснюватися відповідно до чинного законодавства і не повинні суперечити йому;

ощадливість. Витрати на забезпечення системи економічної безпеки повинні бути оптимальними і не перевищувати рівня, на якому втрачається економічний сенс їх застосування;

взаємодія. Для забезпечення економічної безпеки зусилля всіх людей, підрозділів та служб, які її надають, координуються як із внутрішніми, так і із зовнішніми організаціями (правоохоронні органи, місцеві чи районні служби безпеки, органи влади тощо). Потрібен;

здатність. Питанням забезпечення фінансової безпеки компанії повинен займатись фахівець, який знає суть проблеми, правильно оцінює ситуацію та приймає правильні рішення.

Як зазначено в аналітичному дослідженні сучасного стану банківського сектору в країнах СНД, для нього найбільш характерні такі загрози:

низька якість капіталів банків;

впровадження кредитної політики з високим рівнем ризику банками;

недостатня ефективність банківського нагляду;

недостатня компенсація депозитів системою страхування депозитів;

ліквідність банківських активів низька;

низький рівень кредитоспроможності підприємств у фактичному секторі економіки.

Аналізуючи вищезазначені фактори, можна також виявити непрямі фактори, які є суттєвими для визначення рівня економічної безпеки:

рівень конкуренції між банківськими установами;

якість банківського нагляду;

економічний статус галузі;

стабільність національної валюти та економічна політика.

Можна визначити деякі фактори, які можуть порушити безпеку банку безпосередньо для банківської установи, та розробити заходи щодо пом'якшення негативних наслідків цих факторів.

Таблиця 1.1

Фактори та заходи щодо зменшення негативного впливу

Фактори	Заходи щодо зменшення негативного впливу
Сплановане швидке вилучення групою клієнтів, вкладників значного обсягу коштів з банківської установи, що призводить до підриву його платоспроможності;	Диверсифікація пасивів, для забезпечення незалежності банку від джерел фінансування, поведінка яких важко прогнозувати
Блокування іншими фінансовими установами активів банку	Розміщення коррахунків лише в авторитетних фінансових установах. Моніторинг їх фінансового стану і політичних залежностей.

Завершення табл. 1.1

Доведення до фіктивного банкрутства підприємств – позичальників банку, обсяги заборгованості яких знижують його платоспроможність;	Введення в керівництво (Рада, Правління) підприємств – значних позичальників представників банку
Використання засобів масової інформації для дискредитації банківської установи;	Проведення постійної іміджевої рекламної компанії; проведення заходів, спрямованих на забезпечення прозорості фінансового стану банку
Політичний вплив на рух капіталів (управління рахунками держпідприємств і державних організацій, державних фондів і т.п.)	Незалежність або зменшення залежності від політичних капіталів; дотримання всіх вимог нормативно–правових актів при здійсненні таких операцій.
Витіснення банку з певних ринків банківських послуг	Проведення виваженої цінової політики, інтеграція банку в регіональні економічні проекти.
Демпінгування на ринку послуг	Проведення постійної роботи з підвищення ефективності та зменшення собівартості банківських послуг.
Втрата ключового кваліфікованого персоналу через їх перехід в інші, конкуруючі банки	Проведення виваженої кадрової політики, оплати праці та надання соціального захисту працівникам.

Враховуючи вищезазначені фактори, банкам необхідно чітко визначити пріоритети фінансових установ та стратегічних партнерів та постійно контролювати їх фінансову та політичну діяльність. [3]

В даному розділі були розглянуті основні складові фінансової безпеки з метою поглиблення розуміння важливості безпеки банківського сектора для економіки в цілому. У завершальному розділі будуть розглянуті загрози для фінансової безпеки банківського сектора України.

1.3 Аналіз загроз банківській системі України

Для моделювання фінансової безпеки банківського сектора України важливо розуміти, які саме загрози зараз актуальні для сектора. Для цього в даному розділі були розглянуті звіти НБУ з питань загроз фінансової безпеки.

Національний банк України проводить статистичний аналіз основних загроз для банківського сектора з метою надання піврічного звіту. Проведений аналіз зачіпає основні небезпеки для банківського сектора і характеризує його основні тенденції.

Національний банк України виділяє шість загроз:

- кредитний ризик;
- ризик достатності капіталу;
- ризик ліквідності;
- юридичний ризик;
- валютний ризик;
- ризик прибутковості.

«Кредитний ризик відображає перспективи зміни рівня непрацюючих кредитів у портфелях банків та необхідність додаткового формування резервів під такі кредити;

Кредитний ризик зріс. Зниження економічної активності внаслідок карантинних обмежень ударило по доходах населення та погіршило фінансовий стан підприємств. Зниження доходів буде тривалим. Це ускладнить обслуговування позик, тож призведе до істотного погіршення якості кредитного портфеля банків.

Ризик достатності капіталу оцінює можливості банків забезпечувати достатній рівень капіталу;

Ризик достатності капіталу зріс. Переважно внаслідок реалізації кредитного ризику суттєво посиляться загрози достатності капіталу низки банків. Найпомітніше – для двох державних. Стримуватиме ризики запас міцності, який фінустанови наростили протягом попередніх років, його банки зможуть використати для поглинання збитків та збільшення обсягів кредитування.

Ризик ліквідності демонструє здатність банків повною мірою та вчасно виконувати свої зобов'язання перед вкладниками і кредиторами;

Ризик ліквідності знизився. Банки увійшли в кризу із запасом ліквідності, значення LCR істотно перевищували мінімальні вимоги. Спроможність банків без проблем виконувати вимоги клієнтів зі зняття коштів швидко вгамувала панічні настрої. Тож перші місяці кризи засвідчили стійкість ресурсної бази. Після тимчасового зниження обсяг високоліквідних активів зріс до докризового рівня. Банківський сектор відмінно пройшов реальне стрес-тестування ліквідності. Розширення доступу до ліквідності з боку НБУ додатково послаблює цей ризик.

Юридичний ризик оцінює спроможність банків захищати власні інтереси за допомогою юридичних інструментів;

Юридичний ризик знизився. Це відбулося завдяки ухваленню закону, який зробив незворотним виведення банків з ринку. Також було прийнято низку рішень, що посилили захист прав іпотекодавців. Водночас загальний рівень захисту прав кредиторів усе ще низький, особливо на етапі судового врегулювання спорів.

Валютний ризик вказує на те, наскільки тенденції валютного ринку можуть впливати на фінансовий результат банків;

Валютний ризик не змінився. Валютний ринок успішно пройшов випробування кризою, ризик значної девальвації не реалізувався. Ситуація нормалізувалася протягом місяця після початку кризи.

Ризик прибутковості стосується спроможності банків генерувати чистий прибуток.

Ризик прибутковості зріс. Більші відрахування до резервів, сповільнення кредитування та падіння попиту на банківські послуги, зокрема скорочення комісійних доходів, знизять прибутковість банківської системи. Водночас низка великих банків продовжить генерувати суттєві прибутки завдяки високій операційній ефективності. Тож зниження прибутковості не матиме істотного впливу на їхню довгострокову фінансову стійкість.» [4]



Рис. 1.6 Карта ризиків банківського сектору

Динаміку описаних вище ризиків за останні п'ять півріч можна побачити в табл. 1.2.

У 2020 році банки набагато краще підготовлені до кризи, ніж раніше. Вони достатньо капіталізовані, а коефіцієнти достатності капіталу відображають реальну картину, оскільки оцінка кредитного ризику в даний час проводиться належним чином. Кілька років високої прибутковості

сприяли приросту капіталу. Фінансування стабільне і майже повністю забезпечується клієнтами. Практика кредитування фізичних осіб, пов'язаних з банками, пішла в минуле, що часто призводило до різкого погіршення стандартів кредитування. В результаті напередодні кризи банківський сектор не мав значних накопичених проблем і формував запас міцності на випадок негативного сценарію.

Таблиця 1.2

Динаміка банківських ризиків

2020 Червень	2019 Грудень	2019 Червень	2018 Грудень	2018 Червень
Кредитний ризик зріс	Кредитний ризик не змінився	Кредитний ризик не змінився	Кредитний ризик не змінився	Кредитний ризик знизився
Ризик достатності капіталу зріс	Ризик достатності капіталу зріс	Ризик достатності капіталу не змінився	Ризик достатності капіталу не змінився	Ризик достатності капіталу не змінився.
Ризик ліквідності знизився	Ризик ліквідності не змінився	Ризик ліквідності не змінився	Ризик ліквідності дещо зріс	Ризик ліквідності не змінився
Юридичний ризик знизився	Юридичний ризик не змінився	Юридичний ризик зріс	Юридичний ризик знизився	Юридичний ризик незмінно високий.
Валютний ризик не змінився	Валютний ризик не змінився	Валютний ризик не змінився	Валютний ризик не змінився	Валютний ризик не змінився.
Ризик прибутковості зріс	Ризик прибутковості не змінився	Ризик прибутковості знизився	Ризик прибутковості знизився	Ризик прибутковості знизився.

За підрахунками НБУ, банки, активи яких разом становлять лише 2,1% ВВП, наразі перебувають під загрозою з точки зору фінансової стабільності та підтримки акціонерів. Це позитивно контрастує із ситуацією напередодні

попередніх криз. Криза 2008 року розпочалася під час кредитного буму, активного іпотечного кредитування в іноземній валюті та зростання концентрації корпоративного кредиту. На даний момент оцінка ризику була офіційною, а вимоги до капіталу низькими. Проблеми в секторі, що накопичилися з 1990-х років, не вирішені. Деякі банки, які на той час були вже фінансово нестабільними, продовжували працювати до кризи 2014 року. Позики, які були класифіковані як непрацюючі на основі аналізу якості активів (AQR) у 2015–2016 роках, фактично стали непрацюючими задовго до цього. Лише після належного банківського нагляду в 2015 році неплатоспроможні банки вийшли з ринку, а здорова частина сектору створила належні резерви.

В даний час вимоги до оцінки кредитного ризику набагато вищі, що вимагає від банків своєчасно реагувати на погіршення портфеля, завжди підтримувати належний рівень резервів та утримувати капітал для покриття потенційних збитків. Крім того, щорічний стрес-тест, запроваджений НБУ, сприяє кращій готовності сектору до макроекономічних шоків та стимулює створення резервів капіталу. Середній коефіцієнт достатності регулятивного капіталу на кінець лютого 2020 року становив 28,3%, основний – 21,3%.

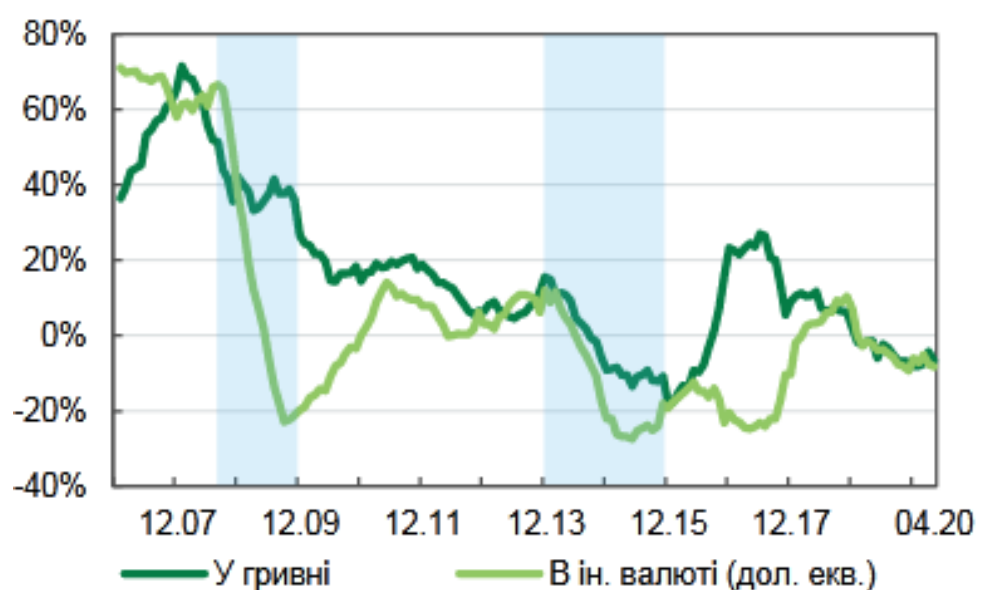


Рис. 1.7 Валові кредити не фінансовим корпораціям

Кредитування пов'язаних сторін залишилось у минулому. Напередодні двох попередніх криз кредитування відповідних партій було звичним явищем. Звіт не відображав справжнього масштабу проблеми, оскільки банк вирішив питання підключення лише з офіційних причин. З 2015 по 2016 рік фактична ситуація стала зрозумілою після перевірки НБУ. З тих пір проблема надмірно пов'язаного кредитування була вирішена – майже всі банки дотримуються встановлених обмежень. На початку кризи банки мали високу операційну ефективність та прибутковість. За останні роки банківський сектор відновився, банки сформували достатньо резервів для безнадійної заборгованості та оновили свої бізнес-моделі. Населення та корпоративний попит на банківські послуги швидко зростає. Через дефіцит якісних корпоративних позичальників з прийнятним борговим тягарем фінансові установи розвинули споживче фінансування та інвестували вільні гроші в державні цінні папери. Вперше в історії між 2018 та 2019 роками українські банки отримали значний прибуток із середньою прибутковістю капіталу в 2019 році, що перевищувала 30%. Він також розрізняє поточну ситуацію та докризову ситуацію 2014 року, коли сектор наближався з майже нульовим прибутком. Підвищення операційної ефективності дозволило банкам генерувати акції та збільшувати свій кредитний портфель. Класичний банкінг став привабливим для іноземних банківських груп, багато з яких підтвердили свій довгостроковий інтерес до України.

Сьогодні банки збирають гроші з внутрішнього ринку. Порівняно з періодом попередньої кризи, структура фінансування банку різко змінилася. В даний час залежність від прямого фінансування та випуску облігацій від іноземних банків, включаючи материнський банк, набагато нижча. Загальний зовнішній борг у банківському секторі впав із 42,1 млрд. Дол. До \$ 4 млрд напередодні кризи 2008 року. В даний час він в основному фінансується МФО для позик на основі цільової програми. Отже, сьогоднішній банківський сектор не залежить безпосередньо від зовнішнього фінансування чи умов світового ринку капіталу. На кінець лютого частка корпоративних та

побутових коштів зросла до 85,8%. Це найвище значення в історії банківського сектору.

Через заборону кредитування в іноземній валюті та нормативні вимоги щодо обмеження відкритих валютних позицій доларизація боргу зменшилася з 52,9% у вересні 2008 року до 44,5% у лютому 2020 року. Як результат, фінансові установи стали більш стійкими до валютних шоків.

Різке падіння гривневих ставок за депозитом протягом останніх шести місяців не зашкодило стабільності бази фінансування. Вартість депозитів в іноземній валюті сьогодні історично низька, і багато банків з іноземним капіталом залучають їх за нульовими ставками.

Частка високоякісних ліквідних активів зросла в рази. Банки реагують на поточну кризу значним рівнем ліквідності. Порівняно з 2014 роком, відношення високоякісних ліквідних активів (НВА) до недержавного банківського боргу зросло вчетверо. Для більш точної оцінки ліквідності НБУ запровадив новий стандарт охорони здоров'я – коефіцієнт покриття ліквідності (LCR) у 2018 році. Поточне значення LCR в середньому більш ніж удвічі перевищує стандартне значення. Як результат, банки мають кошти для покриття значного відтоку депозитів. Перегляд закону 2015 року також підвищив стійкість банків. Відтоді банки, як правило, мають право не повертати депозити на первинний запит клієнта.

У квітні портфель чистих роздрібних позик зменшився вперше за три роки. Основна причина – зниження попиту на позики. Погіршення макроумов та карантинні обмеження негайно вплинули на якість портфеля. Тому цього року коефіцієнт трансферту позик безробітним буде значно вищим за середній показник за останні кілька років. Тому банкам потрібно формувати вищі резерви для покриття кредитних збитків. Практика приховування справжньої якості портфеля призведе лише до більш значних втрат у майбутньому. Тривала рецесія в сегменті малоїмовірної, і відновлення економічної діяльності відновить кредитування. Споживчі позики будуть рости, а іпотечні кредити будуть відігравати все більшу роль

через низькі процентні ставки, хоча і трохи повільнішими темпами, ніж до кризи.

Після трьох років стрімкого зростання роздрібне кредитування застійне. В даний час темпи приросту складають лише 15% у порівнянні з попереднім роком, а з квітня по травень обсяг позик загалом зменшився приблизно на 5%. Основна причина – зменшення попиту. Це підтвердив банк в опитуванні щодо умов кредитування. Про це свідчить зменшення активності у пошуку кредитних пропозицій в Інтернеті. На призупинення кредитування в магазинах побутової електроніки, які не функціонували протягом карантинного періоду, також вплинула динаміка. Попит на позики небанківських фінансових установ впав навіть далі, ніж банки. Як наслідок, потоку позик у небанківський сектор немає.

Результати опитування показують, що банки дещо посилюють вимоги до позичальників у міру прогресування кризи. Зокрема, обсяг позик новим клієнтам був дещо обмежений. Однак жорсткість умов позики зараз порівнянна з початком 2019 року. Фінансові установи незначно змінили ліміти кредитних карток активних клієнтів, а деякі навіть підвищили їх. Процентні ставки за позиками не змінювалися з початку року. Тому слабкий попит визначає падіння кредитування.

Зниження доходів домогосподарств швидко погіршило якість позик. Ця тенденція порівнянна з попередніми кризами та висвітлює ризики, висвітлені НБУ у попередніх звітах про фінансову стабільність. Протягом карантинного періоду частка позик домогосподарствам, які мають прострочення понад 7 днів, уже зросла приблизно на 5%. Історично склалося так, що одна третина, а під час кризи, до 60% таких позик з часом стали дефолтом. Темпи зростання делінквентних процентних ставок значно вищі, ніж минулого року. За даними НБУ, перерахування позик безробітним цього року сягне 12%. Це набагато вище оцінок, які банки використовували для формування резервів у минулому.

Деякі банки відреагували швидко і дозволили відновлювати позику протягом карантинного періоду. Умови просування надаються під 11% позик. Однак не всі фінансові установи діяли на основі упереджень. Майже всю реструктуризацію пропонують п'ять банків, яким належить половина їх кредитного портфеля. Загалом, фінансові установи, які готові до профілактичної реструктуризації або мають велику кількість зарплатних проектів, мають дещо кращі показники якості портфеля. Банки, які працювали з дебіторами з підвищеним ризиком, як очікується, матимуть гірші дефолти.

Практика реструктуризації позик не повинна затьмарювати справжню якість портфеля. Поточним пріоритетом є відображення правильного рівня кредитного ризику та портфельних резервів. Реструктуризацію слід проводити лише для забезпечення належних умов погашення боргу під час карантинних обмежень. Вони не повинні приховувати неможливості клієнтів повернутися до своєчасних кредитних послуг через довгострокову втрату доходу. Опитування банків показало, що резерви роздрібних позик не зростали, незважаючи на серйозну кризу. Повільні реакції призводять лише до необхідності одночасного формування значних резервів у майбутньому. Це створює так званий ефект розриву прибутковості та коефіцієнта достатності капіталу. Після закінчення карантину та відновлення господарської діяльності НБУ оцінить якість активів банку, щоб визначити точність відображення рівня безнадійної заборгованості та формування їх резервів.

Незважаючи на кризу, НБУ залишається готовим збільшити вагу ризику незабезпечених споживчих позик наступного року. Але цього не відбувається на початку року, як планувалося раніше. Поточні оцінки НБУ підтверджують, що фінансові установи часто втрачають резерви під такі позики. Збільшена вага ризику спонукає банки мати більше капіталу для покриття збитків від таких позик.

Історично склалося так, що споживчі позики швидше реагували на зміни макроумов, ніж іпотечні. Якість незабезпечених позик зазвичай різко погіршується із зниженням заробітної плати та вищим рівнем безробіття. Повний ефект досягається протягом року. З іншого боку, іпотечні кредити менш чутливі до змін макроумов. Наслідки шоку тривають більше трьох років. Однак оціночні несприятливі ефекти тут менші. Отже, загальна втрата кредитного портфеля буде реалізована з часом.

Споживчі кредити починають швидко зростати. В основному ринок не змінився. Цей сегмент залишається привабливим для банків, і використання кредитів – це вже демографічна звичка. Хоча рівень споживчого фінансування зростає, він становить лише 4% ВВП, що нижче рівня рівноваги –10%.

Кредитування іпотеки набирає обертів. Враховуючи невеликі розміри, система не зазнає значних втрат від цього портфеля в умовах поточної кризи, і банки будуть зацікавлені в безпосередньому розвитку. Зниження процентних ставок стимулює попит. Основними перешкодами на шляху розвитку іпотечного кредитування є невизначеність ринку житла та труднощі з поверненням застави у разі невиконання позичальником зобов'язань.

Більшість карантинних обмежень вже знято, але низка несприятливих змін на макрорівні тільки розпочалася і вплине на капітал багатьох банків наступного року. Про це свідчать результати швидкого стрес-тесту НБУ. Найбільший вплив має кредитний ризик, який набагато вищий у кредитному портфелі для малого та середнього бізнесу, ніж очікувалося раніше в стрес-тестах. Водночас вплив процентних ставок та валютного ризику буде помірним. Низький процентний ризик є результатом стабільної бази фінансування, а низький валютний ризик – результатом зваженої монетарної та грошово-кредитної політики, а також збалансованої структури активів та пасивів. Іншим негативним фактором є зниження попиту на банківські послуги, що зменшує доходи банківської комісії. Однак через початковий рівень капіталізації та високу операційну ефективність багато банків

зазвичай переживають цей період, не порушуючи вимог щодо достатності капіталу.

Зростає ризик банківської системи. Саме завдяки їх оцінці, НБУ проводив найбільші стрес–тести фінансових установ щороку з 2018 року. Цього року регулярні стрес–тести були скасовані, звільнивши ресурси від банків та регуляторних органів, щоб своєчасно реагувати на нагальні виклики, пов'язані з пандемією. Водночас НБУ важливо розуміти, як банки готові до поточної кризи, чи є вони фінансово стабільними та чи продовжуватимуть кредитувати, незважаючи на складні макроекономічні умови.

Щоб оцінити потенційний вплив поточної кризи на банки, НБУ провів швидкий стрес–тест тієї самої фінансової установи, яка проходила стрес–тестування у 2019 році¹². Сукупні активи цих банків становлять 91% від загальної суми активів сектору. Розрахунки базуються на звіті за 1 травня 2020 року

Експрес–стрес–тест базується на макроекономічних показниках, які трохи гірші за поточні прогнози НБУ. Використовуються консервативні припущення, оскільки невизначеність щодо глибини та тривалості поточної кризи залишається високою. Результати швидкого стрес–тесту слід інтерпретувати лише в контексті припущень, які лягли в основу моделювання. Це не прогнози фінансових результатів діяльності банку, оскільки вони відображають оцінки впливу кризи на капітал лише за певними каналами. Стрес–тест також базується на припущенні про статичну рівновагу. Іншими словами, вважається, що кредитний портфель змінюється виключно через низьку якість або коливання курсів валют. Тривалість експрес–стрес–тесту становить один рік. За даними НБУ, протягом року були реалізовані майже всі негативні наслідки нинішньої кризи та карантинних обмежень. На додаток до базового сценарію були розраховані очікувані зміни банківських показників за умови, що позитивні макроекономічні тенденції

2019 року триватимуть і цього року. Результати таких оцінок служать основою для порівняння.

Результати швидких стрес-тестів показують, що більшість банків готові до поточної кризи. Оцінки більшості банків кращі за результати стрес-тесту 2019 року. На додаток до відмінностей у макроекономічних параметрах, це також пов'язано з високим початковим рівнем коефіцієнта достатності капіталу банку та його високою операційною ефективністю.

Загалом, можуть бути вимоги до капіталу для 9 з 26 банків, які пройшли перевірку на стрес. Вони складають 30% активів сектору. Серед них два державні банки, на частку яких припадає 25% активів. Загальний попит на капітал за один рік може становити 10,3 млрд. грн. Однак це набагато менше, ніж оцінки стрес-тестів 2019 року. По-друге, згідно базового сценарію, який регулював продовження циклу економічного зростання, цей показник становив 14,1 млрд. грн., а за несприятливого сценарію – 37,4 млрд. грн., що регулювало економічний спад та значну девальвацію. Причиною цієї різниці є те, що багато банків вжили заходів для підвищення стійкості після завершення попередніх стрес-тестів.

До найбільш ризикованих категорій традиційно належать фінансові установи, де корпоративні позики досить сконцентровані. Інший банк групи ризиків, який працює виключно в індивідуальному сегменті кредитування.

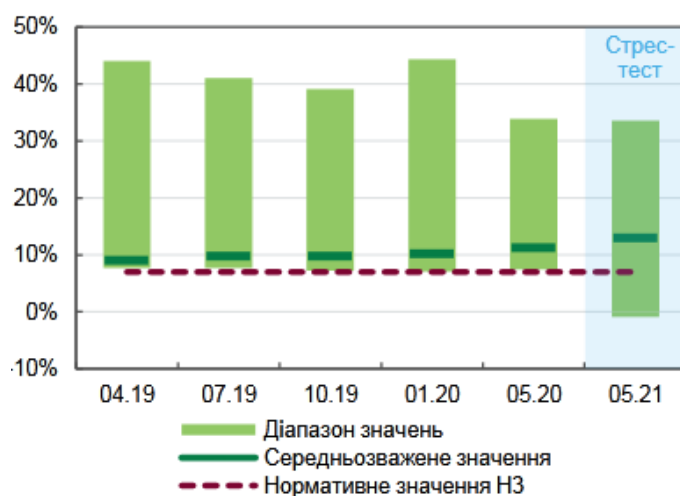


Рис. 1.8 Розподіл достатності основного капіталу без кризи та із припущеннями експрес-стрес-тесту

Прикметою цієї кризи є сплеск ризику для фінансових установ, які активно кредитують малий та середній бізнес. Традиційні щорічні стрес–тести не передбачали значних втрат у сегменті МСП, оскільки вони були толерантними до попередніх кризових потрясінь.

Швидке стрес–тестування передбачає усвідомлення тих самих ризиків, що і повний щорічний стрес–тест. Водночас є деякі важливі відмінності:

кредитний ризик є головним з точки зору впливу капіталу. Це базується на тому, що частина діючих позик виходить з експлуатації, відповідно формуються резерви, а частина відсоткового доходу втрачається. Цього року перехід цієї корпоративної позики значно зріс;

вплив впровадження ризику процентної ставки на експрес–стрес–тест не є значним порівняно з оцінкою стрес–тесту 2019 року. В даний час не очікується змін шоків як за кредитними, так і за депозитними ставками. У традиційному стрес–тесті минулого року, за несприятливих сценаріїв, зростання цін на депозити суттєво зменшило процентні націнки та спреди;

ризик зниження попиту на банківські послуги. Це розроблено для зменшення комісійного доходу на 10%. Класичні стрес–тести припускали, що дохід від гонорару буде помірно зростати через високу інфляцію.

валютний ризик, реалізований при припущенні помірної девальвації. Враховуючи бум на валютному ринку з початку кризи, вплив цього ризику незначний. Тим не менше, це призведе до певного збільшення боргового навантаження та погіршення послуг з надання позик в іноземній валюті.

Низька якість позик найбільш негативно впливає на показник достатності капіталу. Частка позик, що надходять безробітним, оцінюється в 10–15% залежно від сегменту. За підрахунками, найвищі ставки дефолту є в сегменті позик, наданих корпораціям в іноземній валюті. Цей рейтинг підтверджується зниженням якості обслуговування навесні 2020 року. Приблизно 10% портфеля, керованого на початку березня, було простроченим понад 7 днів протягом 3 місяців, з яких 6% не було

простроченим. Ми надаємо послугу більше місяця. Очікується, що показники гривневого кредитування компаніям покращаться, але вони погіршуються.

Загальний збиток від реалізації кредитного ризику в корпоративному портфелі буде більшим, ніж результат стрес-тесту 2019 року. Це пов'язано головним чином із значним впливом карантинних обмежень на малі та середні підприємства. Раніше кредитний портфель МСП був стабільнішим за інші портфелі через високий ступінь диверсифікації за секторами та регіонами. Однак карантинні обмеження та різке зниження попиту впливають на контрольовані малим бізнесом галузі, торгівлю, готелі та ресторани. Багато позичальників взагалі втратили свої доходи протягом карантинного періоду, і їх відновлення займе багато часу.

Перехід гривневих кредитів фізичних осіб у непрацюючі може досягти 12%, що порівняно з припущеннями, зробленими в минулорічному стрес-тесті. Портфелі роздрібних позик, як правило, чутливі до кризи, а банки, в яких переважають особисті незабезпечені кредитні портфелі, зазнають значних втрат.

Чистий процентний дохід зменшиться лише через низьку якість кредитування, а спреди помірно зменшаться. Погіршення якості портфеля споживчих позик найбільше впливає на зменшення доходів банків. Зрештою, банки зараз отримують третину свого процентного доходу з цього сегменту. На відміну від усіх попередніх криз, цього разу банки не стикалися з проблемою відтоку готівки. Тому не потрібно було значно підвищувати депозитні ставки, щоб утримати клієнтів, як це було змушене під час усіх попередніх криз. Крім того, низька інфляція та стабільна база фінансування сприяли зниженню ставок за депозитами. Ця тенденція буде продовжуватися, дозволяючи фінансовим установам деякий час утримувати спред процентних ставок на прийнятному рівні, навіть при низьких ставках позики. Тому вплив процентного ризику на швидкі стрес-тестування набагато нижчий, ніж у стрес-тестуванні 2019 року. Це одна з відмінностей, яка робить поточну

кризу унікальною порівняно з усіма попередніми кризами і демонструє вищу стійкість фінансового сектору.

Експрес–стрес–тест оцінює, що дохід від зборів зменшиться на 10% порівняно з 2019 роком. Це пов'язано з кількома факторами. Банки заохочують клієнтів використовувати безготівкові платежі та інші онлайн–послуги, щоб тимчасово зменшити плату за такі операції. Обсяг операцій купівлі–продажу, особливо в торгових мережах, зменшився, що призвело до зниження доходів банків від безготівкових платежів. З середини березня кількість маніпуляцій населення з банківськими рахунками, особливо переказів заробітної плати, різко скоротилася. Багато фінансових установ запровадили пріоритети для послуг платіжних терміналів, щоб зменшити інші збори для малого та середнього бізнесу. Зниження попиту на споживчі позики пов'язане із виплатою відповідних зборів і, отже, має суттєвий негативний вплив на дохід від плати.

Банки повинні вжити певних заходів, щоб мінімізувати негативні наслідки кризи. Банки повинні впроваджувати активне антикризове управління своїм кредитним портфелем та операційною діяльністю. Зокрема, вам потрібно:

надаючи реструктуризацію позичальникам, управляти погіршенням якості нашого портфеля та реагувати своєчасно. НБУ надав банкам можливість використовувати гнучкі інструменти реструктуризації, включаючи кредитну відпустку, не знаючи про заборгованість позичальника. Усі кроки, вжиті банком, повинні сприяти відновленню фінансового стану боржника, але не призвести до значних втрат чистої поточної вартості позики;

своєчасно та належним чином готувати активи з низькою якістю та високим кредитним ризиком. Очікувані збитки за кредитами значно зросли з початку року, але банки не відображали це у своїх фінансових звітах за перший квартал;

зменште вартість свого депозиту, беручи до уваги рівень дисконтної ставки, коли змінюються умови макросу. Уповільнення інфляції та стабілізація депозитної бази дозволять суттєво скоротити фінансування;

підвищити операційну ефективність, особливо за допомогою онлайн-інструментів. Карантинний період довів, що існує великий потенціал зменшення мережевих витрат шляхом переміщення операцій в Інтернеті.

У цьому розділі були розглянуті основні загрози фінансової безпеки для банківського сектора України, але НБУ так само виділяє нормативи фінансової стійкості, які будуть розглянуті в наступному розділі. [4–8]

РОЗДІЛ II

ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ ФІНАНСОВОЇ БЕЗПЕКИ БАНКІВСЬКОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ

2.1 Розрахунок нормативів банківської безпеки України

При моделюванні фінансової безпеки в цій роботі упор буде зроблений на інформацію, яку надає Національний банк України, як на найбільш достовірне джерело. Для моделювання будуть використовуватися показники фінансової стійкості, які будуть розібрані в цьому розділі.

Норматив Н1 – величина регулятивного капіталу. Це один з найбільш важливих показників діяльності банків. Він відображає здатність фінансової установи покривати фінансові ризики, що виникають в процесі діяльності.

Регулятивний капітал складається з основного і додаткового. Основний капітал включає статутний капітал і резерви, створені за рахунок нерозподіленого прибутку. Додатковий капітал – це резерви переоцінки основних засобів та цінних паперів на балансі банку, а також субординований борг.

Регулятивний капітал банку не може бути меншим за статутний. Відповідно до законодавства мінімальний розмір регулятивного капіталу становить 120 млн. грн. Згідно з вимогами НБУ, банки повинні забезпечити капітал на рівні як мінімум 120 млн. грн. до 17 червня 2016 року.

Норматив достатності (адекватності) капіталу Н2 відображає здатність банку розраховуватися за своїми зобов'язаннями. Чим вище значення адекватності регулятивного капіталу, тим більшу частину ризику приймають на себе власники банку. І навпаки, чим нижче значення цього показника, тим більша частка ризику перекладається на кредиторів і вкладників банку.

Даний норматив встановлюється для запобігання надмірному перекладанню банками ризиків на кредиторів і вкладників.

Нормативне значення Н2 для діючих банків становить не менше 10%, а для банків, які тільки починають діяльність – 15% на перший рік з дня отримання ліцензії, 12% – на другий рік і 10% – в подальшому.

Норматив миттєвої ліквідності Н4 характеризує мінімальний обсяг високоліквідних активів, необхідний для забезпечення виконання поточних зобов'язань протягом одного операційного дня. Даний норматив встановлюється для контролю за здатністю банку забезпечити своєчасне виконання своїх фінансових зобов'язань за рахунок високоліквідних активів.

Розраховується цей показник як співвідношення високоліквідних активів до поточних зобов'язань банку.

Нормативне значення коефіцієнта Н4 становить не менше 20%.

Норматив поточної ліквідності Н5 характеризує мінімально необхідний обсяг активів банку для виконання поточних зобов'язань протягом календарного місяця.

Такий норматив встановлений для визначення збалансованості строків і сум ліквідних активів і зобов'язань банку.

Розраховується цей норматив як співвідношення активів з терміном погашення до 31 дня до зобов'язань банку з терміном погашення до 31 дня.

Нормативне значення коефіцієнта Н5 має становити не менше 40%.

Норматив короткострокової ліквідності Н6 визначає мінімально необхідний обсяг активів для виконання зобов'язань протягом 1 року. Такий норматив встановлюється для контролю за здатністю банку виконувати короткострокові зобов'язання за рахунок ліквідних активів.

Норматив Н6 розраховується як співвідношення ліквідних активів до зобов'язань зі строком погашення до 1 року.

Нормативне значення коефіцієнта Н6 має становити не менше 60%.

Норматив максимального розміру кредитного ризику на одного контрагента Н7 встановлюється з метою обмеження кредитного ризику, що виникає внаслідок невиконання зобов'язань окремими контрагентами. Такий

норматив визначається як співвідношення суми всіх вимог банку до окремого контрагента до регулятивного капіталу банку.

Значення нормативу Н7 має становити не більше 25%.

Норматив великих кредитних ризиків Н8 встановлюється з метою обмеження концентрації кредитного ризику за окремим контрагентом або групі контрагентів.

Кредитний ризик, прийнятий банком по контрагенту або групі контрагентів, вважається великим, якщо всіх вимог банку до цього контрагента або їх групі становить 10% і більше від регулятивного капіталу банку.

Норматив Н8 визначається як співвідношення суми всіх великих кредитних ризиків по всіх контрагентах до регулятивного капіталу. Нормативне значення Н8 не повинно перевищувати 8-кратний розмір регулятивного капіталу банку.

Норматив максимального розміру кредитного ризику за операціями з пов'язаними особами (інсайдерами) Н9 встановлюється з метою обмеження ризику, що виникає при операціях з інсайдерами. Такий норматив розраховується як співвідношення всіх зобов'язань інсайдера перед банком до статутного капіталу фінансової установи.

Нормативне значення Н9 не повинно перевищувати 25%.

Норматив інвестування в цінні папери за кожною установою Н11 встановлюється з метою контролю за інвестиційною діяльністю банків, в тому числі за прямими інвестиціями. Такий норматив покликаний обмежувати ризики, пов'язані з інвестуванням в акції, паї, частки та інвестиційні сертифікати окремої юридичної особи.

Норматив Н11 визначається як співвідношення обсягу коштів, інвестованих в придбання акцій, паїв, часток і інвестиційних сертифікатів окремої юридичної особи до статутного капіталу банку.

Нормативне значення показника Н11 не повинно перевищувати 15%.

Норматив загальної суми інвестування Н12, як і норматив Н11, також встановлюється з метою обмеження ризику, пов'язаного із здійсненням банком інвестицій. Однак норматив Н12, на відміну від Н11, визначається як співвідношення загальної суми коштів, що інвестуються в придбання акцій, паїв, часток, інвестиційних сертифікатів юридичних осіб до статутного капіталу банку.

Нормативне значення показника Н12 не повинно перевищувати 60%.[9]

Ліміт загальної відкритої валютної позиції банку [ліміт загальної довгої відкритої валютної позиції банку (Л13–1), ліміт загальної короткої відкритої валютної позиції банку (Л13–2)] розраховується за такою формулою:

$$Л13(Л13 - 1, Л13 - 2) = \frac{ВПБ}{РК} * 100 \quad (2.1)$$

де Л13 (Л13–1, Л13–2) – ліміт загальної відкритої валютної позиції банку (ліміт загальної довгої відкритої валютної позиції банку, ліміт загальної короткої відкритої валютної позиції банку);

ВПБ – відповідна загальна (довга/коротка) відкрита валютна позиція банку за балансовими та позабалансовими вимогами і зобов'язаннями банку за всіма іноземними валютами та банківськими металами в гривневому еквіваленті (розрахунок здійснюється за звітну дату), яка визначається як підсумок за всіма іноземними валютами і банківськими металами різниць значень за кожною іноземною валютою та кожним банківським металом балансових та позабалансових вимог банку (V_i) і балансових та позабалансових зобов'язань банку (Z_i). [10]

LCR (Liquidity coverage ratio) або коефіцієнт покриття ліквідністю – це новий пруденційний норматив ліквідності, який установлює мінімально необхідний рівень ліквідності для покриття очікуваного відтоку коштів з банку протягом 30 днів з урахуванням стрес-сценарію. Значний відтік трапляється у банківській системі у кризових умовах.

Це один із нормативів, розроблених Базельським комітетом у відповідь на кризу 2008 року. Він є частиною угоди Базель III та імплементований у європейському законодавстві. На сьогодні LCR впроваджено у 45 країнах світу.

Коефіцієнт LCR розраховується як співвідношення обсягу необтяжених високоякісних ліквідних активів до чистого очікуваного відтоку коштів протягом 30 днів. Показник чистого очікуваного відтоку коштів визначається як різниця між очікуваними відтоками та очікуваними надходженнями. При цьому очікувані надходження приймаються до розрахунку в розмірі не більше ніж 75% очікуваних відтоків.

Враховуючи значний рівень доларизації української банківської системи, LCR буде розраховуватися як у національній, так і в іноземних валютах.

Банки розраховуватимуть LCR щодня і щомісяця звітуватимуть. [11]

У цьому розділі були розглянуті нормативи банківського сектора, за якими пудет відбуватися моделювання. Першим етапом моделювання буде поділу банківського сектора на кластери, а про використовувані методи розподілу буде розказано в наступному розділі.

2.2 Особливості застосування методів кластеризації до банківського сектору України

Кластеризація банківського сектора стане першим кроком в моделюванні фінансової безпеки банківського сектора, так як розбити банки на малі групи і охарактеризувати їх сильні і слабкі сторони буде набагато ефективніше, ніж намагатися охарактеризувати весь сектор відразу. Для цього буде використано кілька методів кластеризації.

Першим методом буде ієрархічний поділ за Уордом. У статистиці, метод Уорда є критерій застосовується в ієрархічному кластерному аналізі. Метод мінімальної дисперсії Уорда є окремим випадком підходу цільової

функції, спочатку представленого Джо Х. Уордом-молодшим. Уорд запропонував загальну процедуру агломеративного ієрархічної кластеризації, в якій критерій вибору пари кластерів для злиття на кожному етапі заснований на оптимальне значення цільової функції. Цією цільовою функцією може бути «будь-яка функція, яка відображає мету дослідника». Багато із стандартних процедур кластеризації містяться в цьому дуже загальному класі. Щоб проілюструвати процедуру, Уорд використовував приклад, в якому цільова функція являє собою суму квадратів помилок, і цей приклад відомий як метод Уорда або, точніше, метод мінімальної дисперсії Уорда.

Алгоритм ланцюга найближчого сусіда може бути використаний, щоб знайти таку ж кластеризацію, визначену за методом Уорда, під час, пропорційного розмір вхідний матриці відстаней і просторів лінійно по числу точок будучи згруповано.

Критерій мінімальної дисперсії Уорда зводить до мінімуму загальну дисперсію всередині кластера. Щоб реалізувати цей метод, на кожному кроці знайдіть пару кластерів, яка призводить до мінімального збільшення загальної внутрікластерної дисперсії після злиття. Це збільшення є зважений квадрат відстані між центрами кластерів. На початковому етапі все кластери є синглетонами (кластерами, що містять одну точку). Щоб застосувати рекурсивний алгоритм відповідно до цієї цільової функцією, початкова відстань між окремими об'єктами повинно бути (пропорційно) квадрату евклидова відстані.

Тому початкові кластерні відстані в методі мінімальної дисперсії Уорда визначаються як квадрат евклидова відстані між точками:

$$d_{ij} = d(\{X_i\}, \{X_j\}) = ||X_i - X_j||^2 \quad (2.2)$$

Метод мінімальної дисперсії Уорда може бути визначений і реалізований рекурсивно за допомогою алгоритму Ланса - Вільямса.

Алгоритми Ланса - Вільямса є нескінченне сімейство алгоритмів агломеративного ієрархічної кластеризації, які представлені рекурсивної формулою для поновлення відстаней між кластерами на кожному кроці (кожен раз при об'єднанні пари кластерів). На кожному кроці необхідно оптимізувати цільову функцію (знайти оптимальну пару кластерів для об'єднання). Рекурсивна формула спрощує пошук оптимальної пари.

Припустимо, що кластери C_i та C_j були наступними для об'єднання. На даний момент відомі всі поточні відстані попарного кластера. Рекурсивна формула дає оновлені відстані кластера після очікуваного злиття кластерів C_i та C_j . Нехай:

d_{ij} , d_{ik} і d_{jk} є попарними відстанями між кластерами C_i , C_j і C_k , відповідно;

$d_{(ij)k}$ є відстанню між новим кластером $C_i \cup C_j$ і C_k .

Алгоритм належить до сімейства Ланса - Вільямса, якщо оновлене відстань кластера можна обчислити рекурсивно $d_{(ij)k}$

$$d_{(ij)k} = \alpha_i d_{ik} + \alpha_j d_{jk} + \beta d_{ij} + \gamma |d_{ik} - d_{jk}| \quad (2.3)$$

де α_i , α_j , β , а γ є параметрами, які можуть залежати від розмірів кластерів, які разом з функцією відстані кластера d_{ij} визначають алгоритм кластеризації. Кілька стандартні алгоритми кластеризації, такі як одиночний зв'язок, повний зв'язок, а також метод групового середнього мають рекурсивну формулу зазначені вище типу. Таблиця параметрів для стандартних методів дається кількома авторами.

Метод мінімальний дисперсії Уорда може бути реалізована за формулою Ланса - Вільямса. Для непересічних кластерів C_i , C_j , і C_k з розмірами n_i , n_j і n_k відповідно:

$$d(C_i \cup C_j, C_k) = \frac{n_i + n_k}{n_i + n_j + n_k} d(C_i, C_k) + \frac{n_j + n_k}{n_i + n_j + n_k} d(C_j, C_k) - \frac{n_k}{n_i + n_j + n_k} d(C_i, C_j) \quad (2.4)$$

Тому метод Уорда може бути реалізований у вигляді алгоритму Ланс–Williams з

$$\alpha_i = \frac{n_i + n_k}{n_i + n_j + n_k}, \beta = -\frac{n_k}{n_i + n_j + n_k}, \gamma = 0 \quad (2.5)$$

Популярність методу Уорда призвела до його варіацій. Наприклад, Wardp вводить використання специфічних для кластера ваг ознак, слідуючи інтуїтивній ідеї, що функції можуть мати різний ступінь релевантності для різних кластерів [12]

Наступним розглянутим методом буде K-means. Метод k-середніх (англ. K-means) – найбільш популярний метод кластеризації. Був винайдений в 1950-х роках математиком Гуго Штейнгаузом і майже одночасно Стюартом Ллойдом. Особливу популярність здобув після роботи Маккуїна.

Дія алгоритму така, що він прагне мінімізувати сумарне квадратичне відхилення точок кластерів від центрів цих кластерів:

$$V = \sum_{i=1}^k \sum_{x \in S_i} (x - \mu_i)^2 \quad (2.6)$$

де k – число кластерів, S_i – отримані кластери, $i = 1, 2, \dots, k$ $i = 1, 2, \dots, k$, а μ_i – центри мас всіх векторів x з кластера S_i .

За аналогією з методом головних компонент центри кластерів називаються також головними точками, а сам метод називається методом головних точок і включається в загальну теорію головних об'єктів, що забезпечують найкращу апроксимацію даних.

Алгоритм є версією EM-алгоритму, що застосовується також для поділу суміші Гауссіан. Він розбиває безліч елементів векторного простору на заздалегідь відоме число кластерів k .

Основна ідея полягає в тому, що на кожній ітерації переобчислюють центр мас для кожного кластера, отриманого на попередньому кроці, потім вектори розбиваються на кластери знову відповідно до того, який з нових центрів виявився ближчим за обраною метриці.

Алгоритм завершується, коли на якийсь ітерації не відбувається зміни внутрішньокластерної відстані. Це відбувається за кінцеве число ітерацій, так як кількість можливих розбиттів кінцевої множини звичайно, а на кожному кроці сумарна квадратичне відхилення V зменшується, тому зациклення неможливо.

Як показали Девід Артур і Сергій Васільвічій, на деяких класах множин складність алгоритму за часом, потрібного для збіжності, дорівнює $2^{\Omega(\sqrt{n})}$. Проблеми k-means:

не гарантується досягнення глобального мінімуму сумарного квадратичного відхилення V , а тільки одного з локальних мінімумів;

результат залежить від вибору вихідних центрів кластерів, їх оптимальний вибір невідомий;

число кластерів треба знати заздалегідь.

В алгоритмах глибокого навчання метод k-середніх іноді застосовують не за прямим призначенням (класифікація розбивкою на кластери), а для створення так званих фільтрів (ядер згортки, словників). Наприклад, для розпізнавання зображень в алгоритм k-середніх подають невеликі випадкові шматочки зображень навчальної вибірки, припустимо, розміром 16×16 у вигляді лінійного вектора, кожен елемент якого кодує яскравість своєї точки. Кількість кластерів k задається великим, наприклад 256. Навчений метод k-середніх за певних умов виробляє при цьому центри кластерів (центроїди), які представляють собою зручні базиси, на які можна розкласти будь-яке вхідне зображення. Такі "навчені" центроїди надалі використовують в якості фільтрів, наприклад для нейронної мережі в якості ядер згортки або інших аналогічних систем машинного зору. Таким чином здійснюється навчання без вчителя за допомогою методу k-середніх. [13]

Наступним розглянутим методом буде Affinity Propagation. Affinity Propagation виділяє серед об'єктів «зразки» і формує кластери навколо них. Вхідні дані алгоритму: метрична функція схожості s , кількісно визначає схожість між двома точками. Покрокова інструкція

Матриці r (матриця відповідальності) і a (матриця доступності) формуються у всіх нулях.

Виповняють цей крок заданий T кількість разів:

Далі потрібно оновити матрицю r наступним чином:

$$r[i, j] = (1 - \lambda)r[i, j] + \lambda \rho[i, j] \quad (2.7)$$

де $\rho[i, j]$ – поширювана відповідальність, яка обчислюється за виразом:

$$\rho[i, j] = \begin{cases} s[i, j] - \max_{k \neq j} \{a[i, k] + s[i, k]\} & (i \neq j) \\ s[i, j] - \max_{k \neq j} \{s[i, k]\} & (i = j) \end{cases} \quad (2.8)$$

Далі оновити матрицю a наступним чином:

$$a[i, j] = (1 - \lambda)\gamma[i, j] + \lambda a[i, j] \quad (2.9)$$

де $\gamma[i, j]$ – поширюючи доступність, яка обчислюється за наступним виразом:

$$\gamma[i, j] = \begin{cases} \min(0, r[j, j] + \sum_{k \neq i, j} \max(0, r[k, j])) & (i \neq j) \\ \sum_{k \neq i, j} \max(0, r[k, j]) & (i = j) \end{cases} \quad (2.10)$$

λ –коефіцієнт загасання, введений з метою уникнення численних коливань

Далі потрібно Вичислити зразки. Зразками вважаються точки, що задовольняють умову:

$$r(i, i) + a(i, i) > 0 \quad (2.11)$$

Далі вичислити зразок для кожної точки: знайти зразок, з яким точка максимально схожа.

Наступним розглянутим методом буде Спектральна кластеризація. Спектральна кластеризація об'єднує кілька описаних вище підходів, щоб отримати максимальну кількість користі від складних різноманітних розмірності меншою початкового простору.

Для роботи цього алгоритму нам буде потрібно визначити матрицю схожості спостережень (adjacency matrix). Можна це зробити таким же чином, як і для Affinity Propagation:

$$A_{i,j} = - \|x_i - x_j\|^2 \quad (2.12)$$

Ця матриця також описує повний граф з вершинами в наших спостереженнях і ребрами між кожною парою спостережень з вагою, відповідним ступенем схожості цих вершин. Для нашої вище обраної метрики і точок, що лежать на площині, ця штука буде інтуїтивною і простий – дві точки більш схожі, якщо ребро між ними коротше. Тепер нам би хотілося розділити наш вийшов граф на дві частини так, щоб отримані точки в двох графах були в загальному більше схожі на інші точки всередині вийшла "своїї" половини графа, ніж на точки в "іншій" половині. Формальна назва такого завдання називається Normalized cuts problem.

Далі будуть розглянуті критерії оцінки якості кластеризації, і першим критерієм буде Adjusted Rand Index (ARI). ARI Передбачається, що відомі істинні мітки об'єктів. Дана міра не залежить від самих значень міток, а тільки від розбиття вибірки на кластери. Нехай n – число об'єктів у вибірці. Позначимо через a – число пар об'єктів, що мають однакові мітки і

знаходяться в одному кластері, через b – число пар об'єктів, що мають різні мітки і знаходяться в різних кластерах. Тоді Rand Index це:

$$RI = \frac{2(a+b)}{n(n-1)} \quad (2.16)$$

Тобто це частка об'єктів, для яких ці розбиття (вихідне і отримане в результаті кластеризації) "узгоджені". Rand Index (RI) висловлює схожість двох різних кластеризації однієї і тієї ж вибірки. Щоб цей індекс давав значення близькі до нуля для випадкових кластеризацій при будь-якому n і числі кластерів, необхідно унормувати його. Так визначається Adjusted Rand Index:

$$ARI = \frac{RI - E[RI]}{\max(RI) - E[RI]} \quad (2.17)$$

Ця міра симетрична, не залежить від значень і перестановок міток. Таким чином, даний індекс є мірою відстані між різними розбивками вибірки. ARI приймає значення в діапазоні $[-1;1]$. Негативні значення відповідають "незалежним" розбиття на кластери, значення, близькі до нуля, – випадковим розбиття, і позитивні значення свідчать про те, що два розбиття схожі (збігаються при $ARI = 1$).

Наступним критерієм буде Adjusted Mutual Information (AMI). Дана міра дуже схожа на ARI. Вона також симетрична, не залежить від значень і перестановок міток. Визначається з використанням функції ентропії, інтерпретуючи розбиття вибірки, як дискретні розподілу (ймовірність віднесення до кластеру дорівнює частці об'єктів в ньому). Індекс MI визначається як взаємна інформація для двох розподілів, відповідних розбиття вибірки на кластери. Інтуїтивно, взаємна інформація вимірює частку інформації, загальною для обох розбиття: наскільки інформація про одного з них зменшує невизначеність щодо іншого.

Аналогічно ARI визначається індекс AMI, що дозволяє позбутися від зростання індексу MI зі збільшенням числа класів. Він приймає значення в діапазоні $[0,1]$. Значення, близькі до нуля, кажуть про незалежність розбиття, а близькі до одиниці – про їх схожості (збігу при $AMI = 1$).

Наступним критерієм будуть Гомогенність, повнота, V-міра. Формально ці заходи також визначаються з використанням функцій ентропії і умовної ентропії, розглядаючи розбиття вибірки як дискретні розподілу:

$$h = 1 - \frac{H(C|K)}{H(C)}, c = 1 - \frac{H(K|C)}{H(K)} \quad (2.18)$$

тут K – результат кластеризації, C – справжнє розбиття вибірки на класи. Таким чином, h вимірює, наскільки кожен кластер складається з об'єктів одного класу, а c – наскільки об'єкти одного класу відносяться до одного кластеру. Ці заходи не є симетричними. Обидві величини приймають значення в діапазоні $[0,1]$, і великі значення відповідають більш точної кластеризації. Ці заходи не є нормалізованими, як ARI або AMI, і тому залежать від числа кластерів. Випадкова кластеризація не даватиме нульові показники при великому числі класів і малому числі об'єктів. У цих випадках краще використовувати ARI. Однак при числі об'єктів більше 1000 і числі кластерів менше 10 дана проблема не так явно виражена і може бути проігнорована.

Для обліку обох величин h і c одночасно вводиться V- міра, як їх середнє гармонійне:

$$v = 2 \frac{hc}{h+c} \quad (2.19)$$

Вона є симетричною і показує, наскільки дві кластеризації схожі між собою.

Наступним критерієм буде Силует. На відміну від описаних вище метрик, даний коефіцієнт не передбачає знання істинних міток об'єктів, і дозволяє оцінити якість кластеризації, використовуючи тільки саму (нерозмічену) вибірку і результат кластеризації. Спочатку силует визначається окремо для кожного об'єкта. позначимо через a – середню відстань від даного об'єкта до об'єктів з того ж кластера, через b – середню відстань від даного об'єкта до об'єктів з найближчого кластера (відмінного від того, в якому лежить сам об'єкт). Тоді силуетом даного об'єкта називається величина:

$$s = \frac{b-a}{\max(a,b)} \quad (2.20)$$

Силуетом вибірки називається середня величина силуету об'єктів даної вибірки. Таким чином, силует показує, наскільки середня відстань до об'єктів свого кластера відрізняється від середньої відстані до об'єктів інших кластерів. Дана величина лежить в діапазоні $[-1;1]$. Значення, близькі до -1 , відповідають поганим (розрізненим) кластеризації, значення, близькі до нуля, кажуть про те, що кластери перетинаються і накладаються один на одного, значення, близькі до 1, відповідають "щільним" чітко виділеним кластерам. Таким чином, чим більше силует, тим чіткіше виділені кластери, і вони є компактними, щільно згруповані хмари точок.

За допомогою силуету можна вибирати оптимальне число кластерів k (Якщо воно заздалегідь невідомо) – вибирається число кластерів, максимізуючи значення силуету. На відміну від попередніх метрик, силует залежить від форми кластерів, і досягає великих значень на більш опуклих кластерах, одержуваних за допомогою алгоритмів, заснованих на відновленні щільності розподілу.

В даному підрозділі були розглянуті методи кластеризації та критерії якості, за допомогою яких буде проводитися кластеризація. Наступним

кроком буде побудована модель класифікації на основі моделей random forest, про які йтиметься в наступному підрозділі. [14]

2.3 Побудова моделей розпізнавання за допомогою дерев рішень

Далі будуть розглянуті основні принципи побудови та оцінки моделей дерев рішень (random forest), які будуть необхідні для фінального етапу моделювання фінансової безпеки банківського сектора України.

Random forest є одним з найбільш ефективних інструментів інтелектуального аналізу даних і самий корінь аналітики, які дозволяють вирішувати завдання класифікації і регресії.

Вони являють собою ієрархічні деревоподібні структури, що складаються з вирішальних правил виду «Якщо ..., то ...». Правила автоматично генеруються в процесі навчання на навчальній множині і, оскільки вони формулюються практично на природній мові (наприклад, «Якщо обсяг продажів більше 1000 шт., То товар перспективний»), Random forest як аналітичні моделі більш інтерпретованих, ніж, скажімо, нейронні сіті.

Оскільки правила в деревах рішень виходять шляхом узагальнення безлічі окремих спостережень (навчальних прикладів), що описують предметну область, то за аналогією з відповідним методом логічного висновку їх називають індуктивними правилами, а сам процес навчання – індукцією дерев рішень.

У навчальній множині для прикладів має бути задано цільове значення, тому що Random forest є моделями, що будуються на основі навчання з учителем. При цьому, якщо цільова змінна дискретна (мітка класу), то модель називають деревом класифікації, а якщо безперервна, то деревом регресії.

Основні ідеї, що послужили поштовхом до появи і розвитку дерев рішень, були закладені в 1950–х роках в області досліджень моделювання

людської поведінки за допомогою комп'ютерних систем. Серед них слід виділити роботи К. Ховеленда «Комп'ютерне моделювання мислення» і Е. Ханта і ін. «Експерименти по індукції».

Подальший розвиток дерев рішень як моделей, які самі навчаються, для аналізу даних пов'язано з іменами Джона Р. Квінлен, який розробив алгоритм ID3 і його вдосконалені модифікації C4.5 і C5.0, а так же Лео Брейман, який запропонував алгоритм CART і метод випадкового лісу.

Власне, саме дерево рішень – це спосіб подачі вирішальних правил в ієрархічній структурі, що складається з елементів двох типів – вузлів (node) і листя (leaf). У вузлах знаходяться вирішальні правила і проводиться перевірка відповідності прикладів цього правила з якого–небудь атрибуту навчальної множини.

У найпростішому випадку, в результаті перевірки, безліч прикладів, які потрапили в вузол, розбивається на дві підмножини, в одне з яких потрапляють приклади, що задовольняють правилу, а в інше – що не задовольняють.

Потім до кожної підмножини знову застосовується правило і процедура рекурсивно повторюється поки не буде досягнуто деяке умова зупинки алгоритму. В результаті в останньому вузлі перевірка і розбиття не проводиться і він оголошується листом. Лист визначає рішення для кожного потрапив в нього приклад. Для дерева класифікації – це клас, що асоціюється з вузлом, а для дерева регресії – відповідний листу модальний інтервал цільової змінної.

Таким чином, на відміну від вузла, в листі міститься не правило, а підмножина об'єктів, які відповідають всім правилам гілки, яка закінчується даними листом.

Очевидно, щоб потрапити в лист, приклад повинен відповідати всім правилам, які лежать на шляху до цього листа. Оскільки шлях в дереві до кожного листу єдиний, то й кожен приклад може потрапити тільки в один лист, що забезпечує єдність розв'язку.

Основна сфера застосування дерев рішень – підтримка процесів прийняття управлінських рішень, використовувана в статистиці, аналізі даних і машинному навчанні. Завданнями, які розв'язуються за допомогою даного апарату, є:

Класифікація – віднесення об'єктів до одного з заздалегідь відомих класів. Цільова змінна повинна мати дискретні значення.

Регресія (чисельне проорокування) – прогноз числового значення незалежної змінної для заданого вхідного вектора.

Опис об'єктів – набір правил в дереві рішень дозволяє компактно описувати об'єкти. Тому замість складних структур, що описують об'єкти, можна зберігати Random forest.

Процес побудови дерев рішень полягає в послідовному, рекурсивним розбитті навчальної множини на підмножини з застосуванням вирішальних правил в вузлах. Процес розбиття триває до тих пір, поки всі вузли в кінці всіх гілок НЕ будуть оголошені листям. Оголошення вузла листом може статися природним чином (коли він буде містити єдиний об'єкт, або об'єкти тільки одного класу), або після досягнення деякого умови зупинки, що задається користувачем (наприклад, мінімально допустиму кількість прикладів в вузлі або максимальна глибина дерева).

Алгоритми побудови дерев рішень відносять до категорії так званих жодних алгоритмів. Жадібними називаються алгоритми, які допускають, що локально-оптимальні рішення на кожному кроці (розбиття в вузлах), призводять до оптимального підсумкового рішення. У разі дерев рішень це означає, що якщо один раз був обраний атрибут, і по ньому було вироблено розбиття на підмножини, то алгоритм не може повернутися назад і вибрати інший атрибут, який дав би краще підсумкове розбиття. Тому на етапі побудови можна сказати забезпечить обраний атрибут, в кінцевому підсумку, оптимальне розбиття.

В основі більшості популярних алгоритмів навчання дерев рішень лежить принцип «розділяй і володарюй». Алгоритмічно цей принцип

реалізується в такий спосіб. Нехай задано навчальну множину S , що містить n прикладів, для кожного з яких задана мітка класу C_i ($i = 1..k$), і m атрибутів A_j ($j = 1..m$, які, як передбачається, визначають приналежність об'єкта до того чи іншого класу. Тоді можливі три випадки:

Всі приклади безлічі S мають однакову мітку класу C_i (тобто всі навчальні приклади відносяться тільки до одного класу). Очевидно, що навчання в цьому випадку не має сенсу, оскільки всі приклади, що пред'являються моделі, будуть одного класу, який і «навчиться» розпізнавати модель. Саме дерево рішень в цьому випадку буде являти собою лист, асоційований з класом C_i . Практичне використання такого дерева безглуздо, оскільки будь-який новий об'єкт воно буде відносити тільки до цього класу.

Безліч S взагалі не містить прикладів, тобто є порожнім безліччю. В цьому випадку для нього теж буде створений лист (застосовувати правило, щоб створити вузол, до порожнього безлічі безглуздо), клас якого буде обраний з іншого безлічі (наприклад, клас, який найбільш часто зустрічається в батьківському безлічі).

Безліч S містить навчальні приклади всіх класів C_k . В цьому випадку потрібно розбити безліч S на підмножини, асоційовані з класами. Для цього вибирається один з атрибутів A_j безліч S які містять два і більше унікальних значення (a_1, a_2, \dots, a_p) , де p – число унікальних значень ознаки. Потім безліч S розбивається на p підмножин (S_1, S_2, \dots, S_p) , кожне з яких включає приклади, містять відповідне значення атрибута. Потім вибирається наступний атрибут і розбиття повторюється. Це процедура буде рекурсивно повторюватися до тих пір, поки всі приклади в результуючих підмножинах не опиняться одного класу.

Описана вище процедура лежить в основі багатьох сучасних алгоритмів побудови дерев рішень. Очевидно, що при використанні даної методики, побудова Random forest відбуватиметься зверху вниз (від кореневого вузла до листя).

В даний час розроблено значну кількість алгоритмів навчання Random forest: ID3, CART, C4.5, C5.0, NewId, ITrule, CHAID, CN2 і т.д. Але найбільшого поширення і популярність отримали наступні:

ID3 (Iterative Dichotomizer 3) – алгоритм дозволяє працювати тільки з дискретної цільової змінної, тому Random forest, побудовані за допомогою даного алгоритму, є класифікуючими. Число нащадків в вузлі дерева не обмежена. Не може працювати з пропущеними даними.

C4.5 – вдосконалена версія алгоритму ID3, в яку додана можливість роботи з пропущеними значеннями атрибутів (за версією видання Springer Science в 2008 році алгоритм зайняв 1–е місце в топ–10 найбільш популярних алгоритмів Data Mining).

CART (Classification and Regression Tree) – алгоритм навчання дерев рішень, що дозволяє використовувати як дискретну, так і безперервну цільову змінну, тобто вирішувати як завдання класифікації, так і регресії. Алгоритм будує дерева, які в кожному вузлі мають тільки два нащадка.

В ході побудови Random forest потрібно вирішити кілька основних проблем, з кожної з яких пов'язаний відповідний крок процесу навчання:

вибір атрибута, за яким буде проводитися розбиття в даному вузлі (атрибута розбиття);

вибір критерію зупинки навчання;

вибір методу відсікання гілок (спрощення);

оцінка точності побудованого дерева.

При формуванні правила для розбиття в черговому вузлі дерева необхідно вибрати атрибут, за яким це буде зроблено. Загальне правило для цього можна сформулювати наступним чином: обраний атрибут повинен розбити безліч спостережень в вузлі так, щоб результуючі підмножини містили приклади з однаковими мітками класу, або були максимально наближені до цього, тобто кількість об'єктів з інших класів («домішок») в кожному з цих множин було якомога менше. Для цього були обрані різні

критерії, найбільш популярними з яких стали теоретико-інформаційний та статистичний.

Як випливає з назви, критерій заснований на поняттях теорії інформації, а саме – інформаційної ентропії.

$$H = - \sum_{i=1}^n \frac{N_i}{N} \log \left(\frac{N_i}{N} \right) \quad (2.13)$$

де n – число класів у вихідному підмножині, N_i – число прикладів i -го класу, N – загальне число прикладів в підмножині.

Таким чином, ентропія може розглядатися як міра неоднорідності підмножини за представленими в ньому класів. Коли класи представлені в рівних частках і невизначеність класифікації найбільша, ентропія також максимальна. Якщо все приклади в вузлі відносяться до одного класу, тобто $N = N_i$, логарифм від одиниці звертає ентропію в нуль.

Таким чином, найкращим атрибутом розбиття A_j буде той, який забезпечить максимальне зниження ентропії результуючого підмножини щодо батьківського. На практиці, однак, говорять не про ентропію, а про величину, зворотної їй, яка називається інформацією. Тоді найкращим атрибутом розбиття буде той, який забезпечить максимальний приріст інформації результуючого вузла щодо вихідного:

$$\text{Gain}(A) = \text{Info}(S) - \text{Info}(S_A) \quad (2.14)$$

де $\text{Info}(S)$ – інформація, пов'язана з підмножиною S до розбиття, $\text{Info}(S_A)$ – інформація, пов'язана з підмножиною, отриманими при розбитті по атрибуту A .

Таким чином, завдання вибору атрибута розбиття в вузлі полягає в максимізації величини $\text{Gain}(A)$, званої приростом інформації (від англ. *Gain* – приріст, збільшення). Тому сам теоретико-інформаційний підхід відомий

як критерій приросту інформації. Він вперше був застосований в алгоритмі ID3, а потім в C4.5 і інших алгоритмах.

В основі статистичного підходу лежить використання індексу Джині (названий на честь італійського статистика і економіста Коррадо Джині). Статистичний сенс даного показника в тому, що він показує – наскільки часто випадково обраний приклад навчальної вибірки буде розпізнано неправильно, за умови, що цільові значення в цій множині були взяті з певного статистичного розподілу.

Таким чином індекс Джині фактично показує відстань між двома розподілами – розподілом цільових значень, і розподілом передбачень моделі. Очевидно, що чим менше дане відстань, тим краще працює модель.

Індекс Джині може бути розрахований за формулою:

$$Gini(Q) = 1 - \sum_{i=1}^n p_i^2 \quad (2.15)$$

де Q – результуюче безліч, n – число класів в ньому, p_i – ймовірність i -го класу (виражена як відносна частота прикладів відповідного класу). Очевидно, що даний показник змінюється від 0 до 1. При цьому він дорівнює 0, якщо всі приклади Q відносяться до одного класу, і дорівнює 1, коли класи представлені в рівних пропорціях і різновірогідні. Тоді кращим буде те розбиття, для якого значення індексу Джині будуть мінімальним.

Теоретично, алгоритм навчання Random forest буде працювати до тих пір, поки в результаті не будуть отримані абсолютно «чисті» підмножини, в кожному з яких будуть приклади одного класу. Правда, можливо при цьому буде побудовано дерево, в якому для кожного прикладу буде створено окремий лист. Очевидно, що таке дерево виявиться марним, оскільки воно буде перенавчання – кожному наприклад буде відповідати свій унікальний шлях в дереві, а отже, і набір правил, актуальний тільки для даного прикладу.

Перенавчання в разі Random forest веде до тих самих наслідків, що і для нейронної мережі – точне розпізнавання прикладів, які беруть участь в

навчанні і повна неспроможність на нових даних. Крім цього, перенавчання дерева мають дуже складну структуру, і тому їх складно інтерпретувати.

Очевидним рішенням проблеми є примусова зупинка побудови дерева, поки воно не стало перенавчання. Для цього розроблені такі підходи.

Рання зупинка – алгоритм буде зупинений, як тільки буде досягнуто задане значення деякого критерію, наприклад процентної частки правильно розпізнаних прикладів. Єдиною перевагою підходу є зниження часу навчання. Головним недоліком є те, що рання зупинка завжди робиться на шкоду точності дерева, тому багато авторів рекомендують віддавати перевагу відсікання гілок.

Обмеження глибини дерева – завдання максимального числа розбиття в гілках, після досягнення якого навчання зупиняється. Даний метод також веде до зниження точності дерева.

Завдання мінімально допустимого число прикладів у вузлі – заборонити алгоритму створювати вузли з числом прикладів менше заданого (наприклад, 5). Це дозволить уникнути створення тривіальних розбиття і, відповідно, малозначущих правил.

Всі перераховані підходи є евристичними, тобто не гарантують кращого результату або взагалі працюють тільки в якихось окремих випадках. Тому до їх використання слід підходити з обережністю. Будь-яких обґрунтованих рекомендацій по тому, який метод краще працює, в даний час теж не існує. Тому аналітикам доводиться використовувати метод проб і помилок.

Як було зазначено вище, якщо «зростання» дерева й обмежити, то в результаті буде побудовано складне дерево з великим числом вузлів і листя. Як наслідок воно буде важко інтерпретується. У той же час вирішальні правила в таких деревах, що створюють вузли, в які потрапляють два–три приклади, виявляються малозначущими з практичної точки зору.

Альтернативним підходом є так зване відсікання гілок (pruning). Він містить наступні кроки:

побудувати повне дерево (щоб все листя містили приклади одного класу);

визначити два показника: відносну точність моделі – ставлення числа правильно розпізнаних прикладів до загальної кількості прикладів, і абсолютну помилку – число неправильно класифікованих прикладів;

видалити з дерева листя і вузли, відсікання яких не призведе до суттєвого зменшення точності моделі або збільшення помилки.

Відсікання гілок, очевидно, проводиться в напрямку, протилежному напрямку росту дерева, тобто від низу до верху, шляхом послідовного перетворення вузлів в листя. Перевагою відсікання гілок в порівнянні з ранньої зупинкою є можливість пошуку оптимального співвідношення між точністю і зрозумілістю дерева. Недоліком є більший час навчання через необхідність спочатку побудувати повне дерево.

Розглянувши основні проблеми, що виникають при побудові дерев, було б несправедливо не згадати про їх переваги:

швидкий процес навчання;

генерація правил в областях, де експерту важко формалізувати свої знання;

витяг правил на природній мові;

інтуїтивно зрозуміла класифікаційна модель;

висока точність передбачення, порівнянна з іншими методами аналізу даних (статистика, нейронні мережі);

побудова непараметричних моделей.

В силу цих та багатьох інших причин, Random forest є важливим інструментом в роботі кожного фахівця, що займається аналізом даних. [15]

У цьому підрозділі були розглянуті моделі random forest. У наступному розділі всі описані методи і моделі будуть застосовані з метою побудови моделі фінансової безпеки банківського сектора України.

РОЗДІЛ ІІІ

АНАЛІЗ І МОДЕЛЮВАННЯ ФІНАНСОВОЇ БЕЗПЕКИ БАНКІВСЬКОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ

3.1 Опис етапів побудови моделей фінансової безпеки

На початку цього розділу буде описаний план роботи над моделюванням фінансової безпеки банківського сектора України. Будуть розглянуті основні кроки побудови моделі і наведені схеми взаємозв'язку моделей.

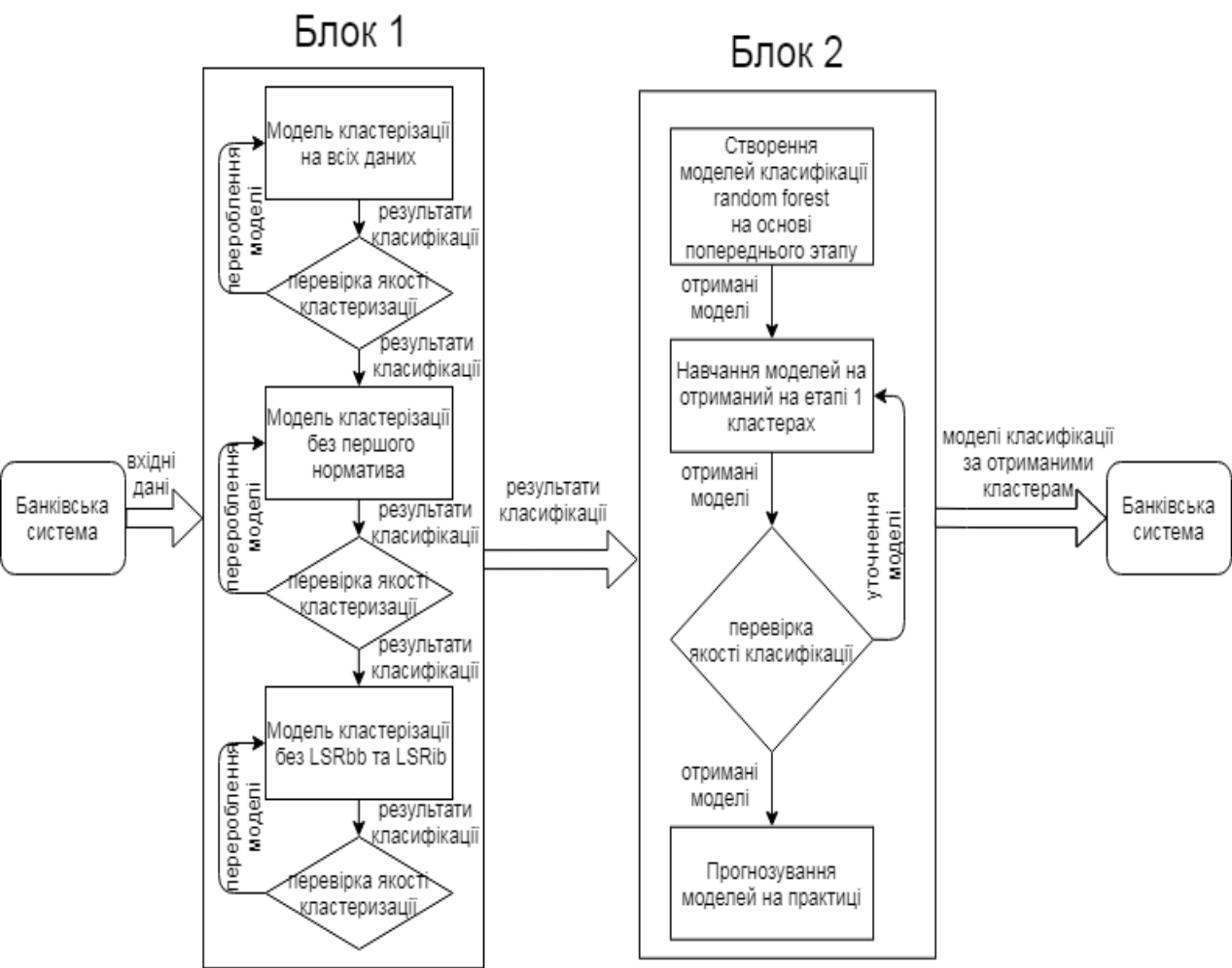


Рис 3.1 Схема взаємозв'язку моделей

На даній схемі зображено взаємозв'язок моделей, які будуть побудовані в процесі дослідження. Саме дослідження буде складатися з двох етапів:

перший етап буде являти собою поділ на кластери банківського сектора;

другий етап буде включати в себе класифікацію банків на основі даних з етапу 1.

на першому етапі розподіл банківського сектора на природні групи буде проходити за схемою:

побудова моделі;

перевірка якості розбиття банків на кластери;

аналіз отриманих результатів і формулювання висновків на їх основі.

В ході першого етапу буде побудовано і проаналізовано три моделі поділу банківського сектора на кластери за допомогою методів, докладніше описаних у другому розділі даної роботи, а саме:

k-means;

affinity propagation;

спектральний аналіз;

ієрархічний поділ.

У зв'язку з тим, що певні фінансові нормативи надавали занадто велику ступінь впливу на результат ділення банків на кластери буде послідовно побудовано кілька моделей до отримання задовільного результату.

Перевірка отриманих результатів розподілу на кластери буде проводитися за допомогою оцінювання критеріїв якості, описаних у другому розділі даної роботи, а саме:

adjusted Rand Index;

adjusted Mutual Information;

гомогенність;

повнота;

v-мера;

силует.

Перші п'ять критеріїв необхідні для порівняння ступеня збігу груп при розподілі банків на кластери різними методами. Шостий критерій відповідає за оцінку ступеня перетину кластерів один з одним, що сильно впливає на результат ділення для всіх методів.

Базовим методом ділення обраний ієрархічний метод, так як він володіє найбільшою наочністю серед всіх перерахованих методів і дозволяє оцінити приблизну кількість природних кластерів, що необхідно для використання інших моделей.

Що характерно – фінальна модель поділу на кластери буде володіти менш чітко вираженими групами, так як при її побудові не були враховані найбільш впливові нормативи фінансової стійкості, які надавали ступінь впливу, несумірну з іншими нормативами.

На другому етапі за результатами, які будуть отримані на першому етапі, будуть побудовані моделі класифікації банків за допомогою моделі random forest, яка докладніше описана в другому розділі даної роботи.

Будуть побудовані три класифікаційні моделі random, які будуть навчені на основі поділу банків на три основних кластера і один додатковий, в якому всього чотири банки, відсіяні туди за регулятивним капіталом.

Після навчання моделей було перевірено якість класифікації для кожної окремої моделі.

Після перевірки якості на фінансових показниках одного місяця вони будуть застосовані для обробки даних фінансових показників банківського сектора за попередні десять місяців. Нижче наведена схематична структура роботи.

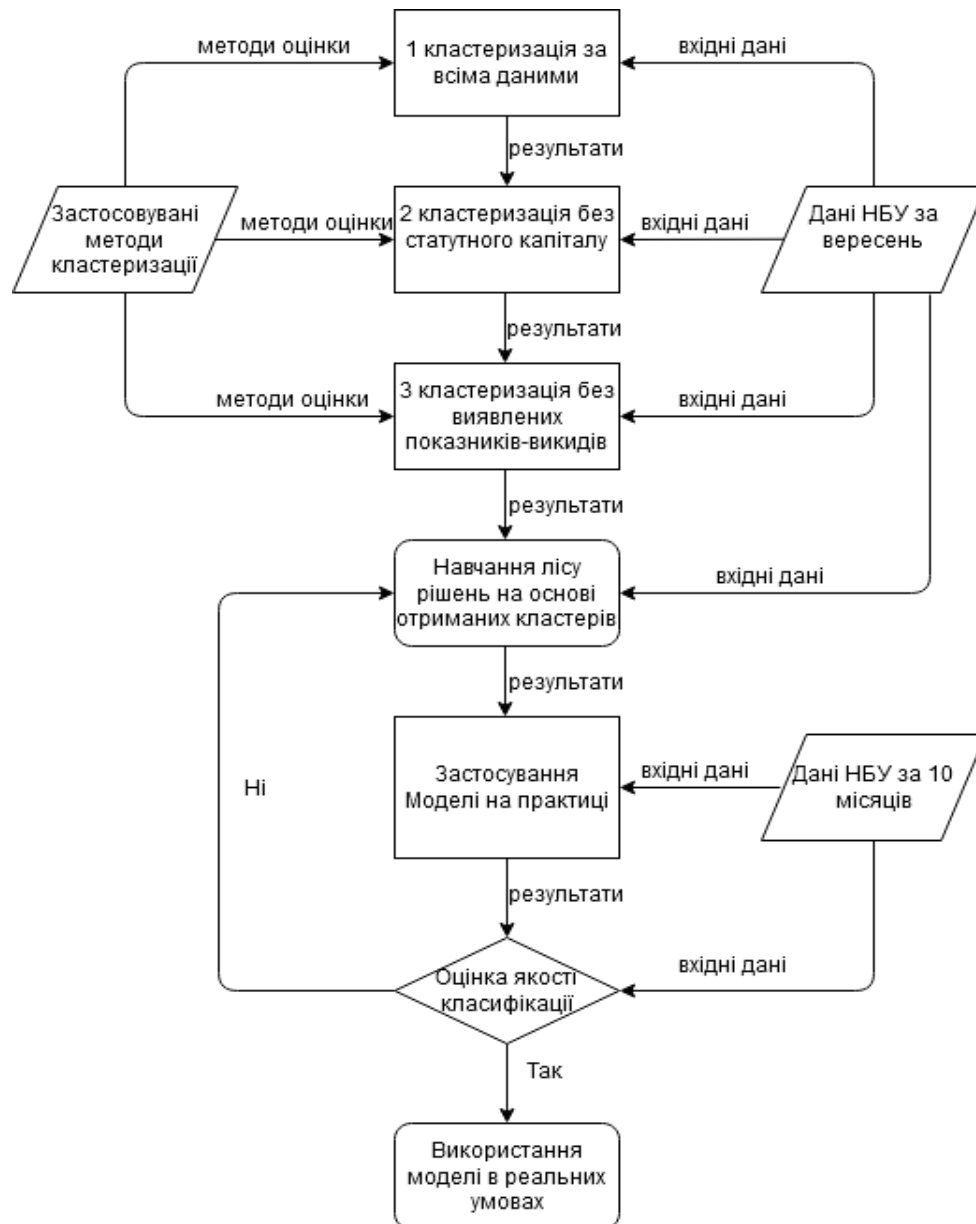


Рис 3.2 Схеми процесу дослідження

Для вирішення поставлених завдань буде використано мову програмування Python з додатковими бібліотеками pandas і sklearn.

Python – високорівнева мова програмування загального призначення, орієнтована на підвищення продуктивності розробника і читання коду. Синтаксис ядра Python мінімалістичний. У той же час стандартна бібліотека включає великий набір корисних функцій.

Python підтримує структурне, узагальнене, об'єктно-орієнтоване, функціональне і аспектно-орієнтоване програмування. Основні архітектурні

риса – динамічна типізація, автоматичне керування пам'яттю, повна інтроспекція, механізм обробки виключень, підтримка багатопоточних обчислень, високорівневі структури даних. Підтримується розбиття програм на модулі, які, в свою чергу, можуть об'єднуватися в пакети.

Еталонної реалізацією Python є інтерпретатор CPython, що підтримує більшість активно використовуваних платформ. Він поширюється під вільною ліцензією Python Software Foundation License, що дозволяє використовувати його без обмежень в будь-яких додатках, включаючи пропрієтарні. Є реалізація інтерпретатора для JVM з можливістю компіляції, CLR, LLVM, інші незалежні реалізації. Проект PyPy використовує JIT-компіляцію, яка значно збільшує швидкість виконання Python-програм.

Python – активно розвивається мова програмування, нові версії з додаванням / зміною мовних властивостей виходять приблизно раз в два з половиною роки. Язык не піддавався офіційній стандартизації, роль стандарту де-факто виконує CPython, що розробляється під контролем автора мови. На даний момент Python займає друге місце в рейтингу TIOBE з показником 12,12%. Аналітики відзначають, що це найвищий бал Python за весь час його присутності в рейтингу. [16]

Для аналізу даних в Python використовується найчастіше бібліотека pandas – програмна бібліотека мовою Python для обробки і аналізу даних. Робота pandas з даними будується поверх бібліотеки NumPy, що є інструментом нижчого рівня. Надає спеціальні структури даних і операції для маніпулювання числовими таблицями і тимчасовими рядами. Назва бібліотеки походить від економетричного терміна «панельні дані», використовуваного для опису багатовимірних структурованих наборів інформації. pandas поширюється під новою ліцензією BSD.

Основна область застосування – забезпечення роботи в рамках середовища Python не тільки для збору і очищення даних, але для задач аналізу та моделювання даних, без перемикання на більш специфічні для статистичної мови (такі, як R і Octave).

Також активно ведеться робота по реалізації «рідних» категоріальних типів даних.

Пакет перш за все призначений для очищення і первинної оцінки даних за загальними показниками, наприклад середнім значенням, Квантиль і так далі; статистичними пакетом він в повному розумінні не є, однак набори даних типів `DataFrame` і `Series` застосовуються в якості вхідних в більшості модулів аналізу даних і машинного навчання (`SciPy`, `Scikit-Learn` та інших).

Основні можливості бібліотеки:

- об'єкт `DataFrame` для маніпулювання індексованими масивами двовимірних даних;

- інструменти для обміну даними між структурами в пам'яті і файлами різних форматів;

- Засоби поєднання даних і способи обробки відсутньої інформації;

- переформатування наборів даних, в тому числі створення зведених таблиць;

- зріз даних за значеннями індексу, розширені можливості індексування, вибірка з великих наборів даних;

- вставка і видалення стовпців даних;

- можливості угруповання дозволяють виконувати трьохетапні операції типу «поділ, зміна, об'єднання» (англ. `Split-apply-combine`);

- злиття і об'єднання наборів даних;

- ієрархічне індексування дозволяє працювати з даними високої розмірності в структурах меншої розмірності;

- робота з тимчасовими рядами: формування тимчасових періодів і зміна інтервалів і так далі;

- бібліотека оптимізована для високої продуктивності, найбільш важливі частини коду написані на `Cython` і `Ci`. [17]

Для моделювання було використано бібліотеку `Scikit-learn` – один з найбільш широко використовуваних пакетів `Python` для `Data Science` і `Machine Learning`. Він дозволяє виконувати безліч операцій і надає безліч

алгоритмів. Scikit-learn також пропонує відмінну документацію про свої класи, методи і функції, а також опис використовуваних алгоритмів.

Scikit-Learn підтримує:

попередню обробку даних;

зменшення розмірності;

вибір моделі;

регресії;

класифікації;

кластерний аналіз.

Він також надає кілька наборів даних, які ви можете використовувати для тестування ваших моделей.

Scikit-learn не реалізує все, що пов'язано з машинним навчанням. Наприклад, він не має комплексної підтримки для:

нейронних мереж;

самоорганізованих карт (мереж Кохонена);

навчання асоціативним правилам;

навчання з підкріпленням (reinforcement learning).

Scikit-learn заснований на NumPy і SciPy, тому необхідно зрозуміти хоча б ази цих двох бібліотек, щоб ефективно застосовувати Scikit-learn.

Scikit-learn – це пакет з відкритим вихідним кодом. Як і більшість матеріалів з екосистеми Python, він безкоштовний навіть для комерційного використання. Він ліцензований під ліцензією BSD. [18]

В даному розділі були розглянуті основні кроки з побудови моделі фінансової безпеки банківського сектора України, так само розглянуті програмні пакети, які будуть використовуватися в перебігу даного дослідження. У наступному пункту буде описуватися кластеризація банківського сектора

3.2 Моделі кластеризації банківського сектора

Нижче наведено процес послідовного побудови моделей кластеризації з метою сегментації і упорядкування банківського сектора за допомогою методів, описаних у другому розділі.

Дослідження було розпочато з спроби поділити всі банки банківського сектора з усіма показниками їх фінансової стійкості, які були розглянуті в першій частині другого розділу, на природні групи. Для цього була проведена базове очищення за допомогою Z -score, відсіявши таким чином 15 банків, що говорить про велику кількість викидів в банківському секторі, адже при нормальному розподілі Z -score відкидає лише 0,6%

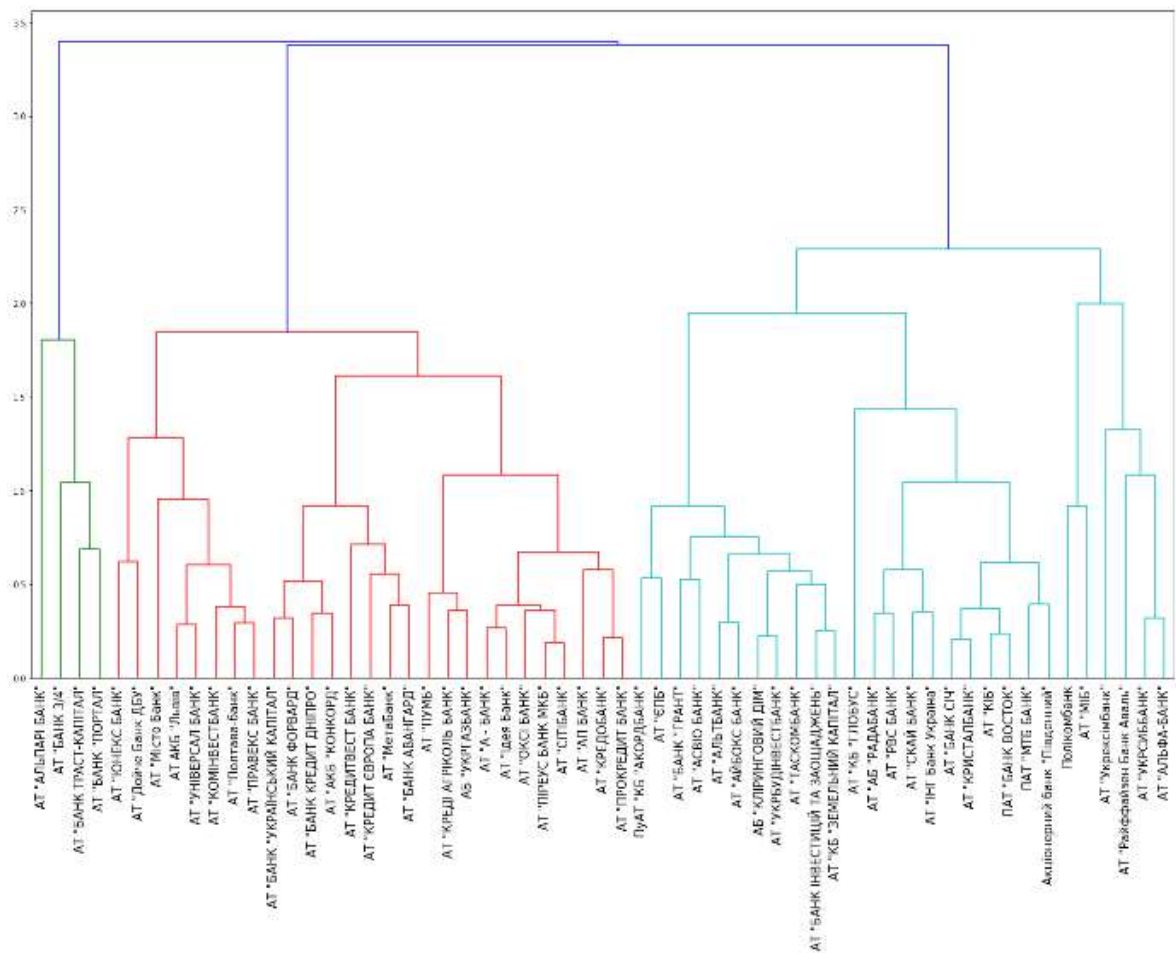


Рис 3.3 Кластеризація банківського сектора на першому етапі

На графіку видно, що банки природно діляться на три групи, але в кожній з груп так само можна виділити підгрупи, такі, як, наприклад 4 банки – Укрексімбанк, Укрсиббанк, Райффайзен і Альфа-банк, сформовані, здебільшого на основі статутного капіталу .

Також можна виділити кластер, який знаходиться зліва на малюнку, до якого увійшли самі "проблемні" для віднесення до конкретної групи банки, які виділяються високими показниками нормативів LCR_{вв} і LCR_{ів}

Для оцінки якості кластеризації були використані ще три моделі, а саме K–Means, Affinity Propagation і Спектральна кластеризація, які порівнювалися з ієрархічною кластеризацією, взятої, як зразок на даний момент.

Таблиця 3.1

Критерії якості на основі ієрархічної моделі

	ARI	AMI	Homogeneity	Completeness	V–measure	Silhouette
K–means	0.64	0.63	0.64	0.64	0.64	0.23
Affinity	0.24	0.40	0.77	0.34	0.47	0.19
Spectral	0.25	0.25	0.31	0.25	0.28	0.16
Agglomerative	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.22

Ступінь збігу кластерів ієрархічного розподілу з K–means не досягає значення вище 65%, а для двох інших моделей значення не вище 50%, і навіть ближче до 20%, що говорить про низьку якість кластеризації. Значення силуету близьке до 0 говорить про високий ступінь перетину кластерів.

Для того, щоб переконається в тому, що саме розподіл на кластери є неякісним показані метрики були перераховані за умови того, що істинними мітками є результати моделі K–means.

Таблиця 3.2

Критерії якості на основі K–means

	ARI	AMI	Homogeneity	Completeness	V–measure	Silhouette
K–means	0.93	0.91	0.91	0.91	0.91	0.23
Affinity	0.31	0.48	0.88	0.39	0.54	0.19
Spectral	0.25	0.26	0.32	0.26	0.29	0.16
Agglomerative	0.70	0.67	0.68	0.68	0.68	0.22

В даній таблиці можна побачити, що результати відрізняються недостатньо сильно для того, щоб говорити про помилку ієрархічного розподілу. Кластери K-means мало перетинаються з кластерами Affinity Propagation и спектральної кластеризації.

У наступній частині дослідження не буде враховуватися нормативний показник N1, так як всі інші показники розраховані в відносних значеннях, а N1 в абсолютних, що робить його коливання найбільш впливовими з усіх і, буквально, перевертає результат кластеризації.

Для оцінки кількості кластерів був побудований дендрограм за допомогою методу Уорда, який не брав до уваги банки «Промінвестбанк» та «Український банк реконструкції та розвитку», так як вони відразу відділилися в окремий кластер з одним банком (для зручності дослідження назви банків були замінені на цифрові індекси).

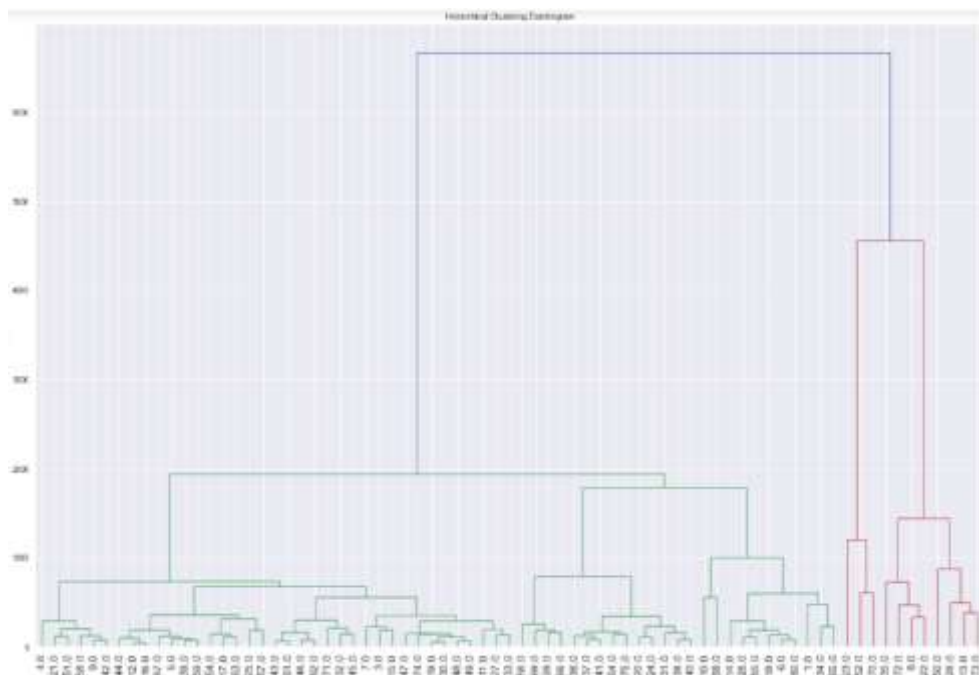


Рис. 3.2 Загальний кластерний розподіл на другому етапі

Як можна побачити – банки поділяються на дві великі групи, але всередині цих груп знову можна провести поділ на кластери, з цього було побудовано ще дві дендрограми

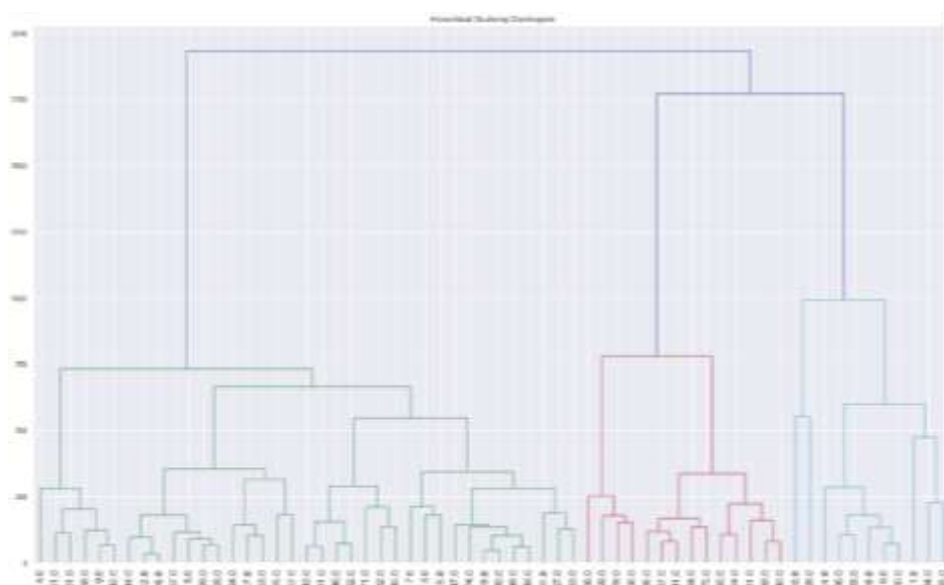


Рис. 3.3 Кластерний розподіл банків групи ліворуч

На малюнку можна побачити чіткий розподіл великого кластера на три підкластера.

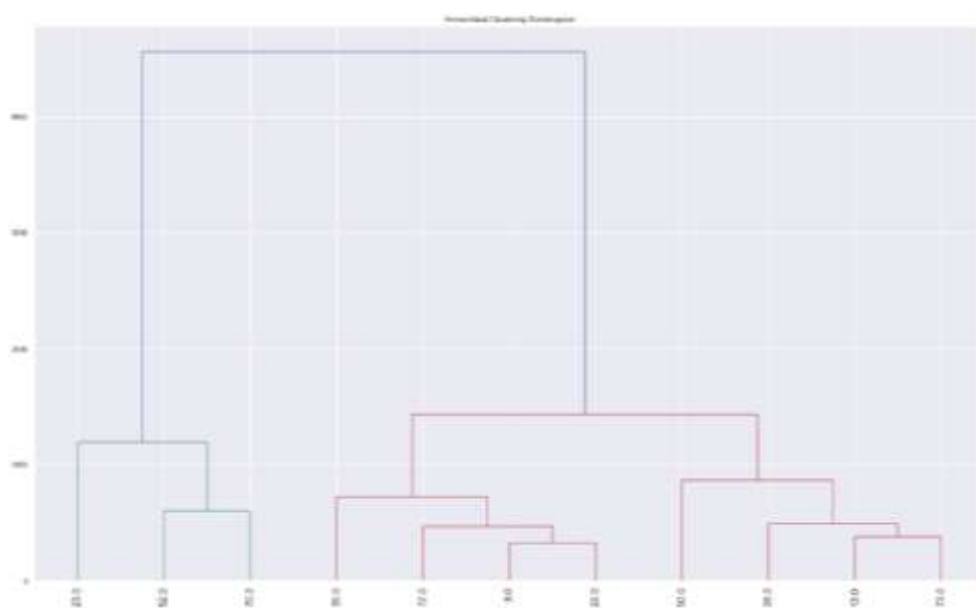


Рис. 3.4 Кластерний розподіл банків групи праворуч

На малюнку можна побачити чіткий розподіл великого кластера на два підкластера.

Для перевірки якості поділу банків на кластери була проведена додаткова кластеризація за допомогою методу k –середніх. Зіставлення результатів кластеризації можна побачити в таблиці 3.

Таблиця 3.3

Порівняння результатів кластерного поділу методами ієрархічного ділення і k –середніх

Назва Банку	Кластери дендрограми	Кластери k –середніх
Промінвестбанк	0	1
Український банк реконструкції та розвитку	1	2
БТА БАНК	2	3
БАНК ТРАСТ–КАПІТАЛ	2	3
БАНК АВАНГАРД	2	3
КІБ	3	4
ПОРТАЛ	3	4
Полікомбанк	3	4
СКАЙ БАНК	3	4
СБЕРБАНК	3	4
БАНК УКРАЇНСЬКИЙ КАПІТАЛ	3	4
ОКСІ БАНК	3	4
КРИСТАЛБАНК	3	4
БАНК АЛЬЯНС	4	5
МЕГАБАНК	4	5
БАНК ВОСТОК	4	5
УКРБУДІНВЕСТБАНК	4	5
ТАСКОМБАНК	4	5
УКРГАЗБАНК	4	5
КЛІРІНГОВИЙ ДІМ	4	5
Львів	4	5
МТБ БАНК	4	5
СЕБ КОРПОРАТИВНИЙ БАНК	4	5
Райффайзен Банк Аваль	4	5
ПІРЕУС БАНК МКБ	4	5
МОТОР–БАНК	4	5
БАНК ФОРВАРД	4	5
Акціонерний банк Південний	4	5
АКОРДБАНК	4	5
УКРСИББАНК	4	5
КРЕДИТВЕСТ БАНК	4	6
РАДАБАНК	4	5

Продовження таблиці 3.3

АП БАНК	4	5
ІНГ Банк Україна	4	5
МІБ	4	5
РОЗРАХУНКОВИЙ ЦЕНТР	4	5
МетаБанк	4	5
ПЕРШИЙ ІНВЕСТИЦІЙНИЙ БАНК	4	5
ПриватБанк	4	5
Ощадбанк	4	5
ІНДУСТРІАЛБАНК	4	5
ОТП БАНК	4	5
РВС БАНК	4	5
ПУМБ	4	5
КРЕДІ АГРІКОЛЬ БАНК	4	5
СІТІБАНК	4	5
ПРОКРЕДИТ БАНК	4	5
КРЕДОБАНК	4	5
КОМІНВЕСТБАНК	4	5
Місто Банк	4	5
КРЕДИТ ЄВРОПА БАНК	5	0
АЛЬПАРІ БАНК	5	0
ПРАВЕКС БАНК	5	0
Дойче Банк ДБУ	5	0
АЙБОКС БАНК	5	0
УНІВЕРСАЛ БАНК	5	0
АЛЬФА-БАНК	5	0
БАНК 3/4	5	0
ГРАНТ	5	0
АСВІО БАНК	5	0
АРКАДА	5	0
ЗЕМЕЛЬНИЙ КАПІТАЛ	5	0
БАНК КРЕДИТ ДНІПРО	5	0
БАНК ФАМІЛЬНИЙ	6	6
БАНК СІЧ	6	6
А – БАНК	6	6
Ідея Банк	6	6
КОНКОРД	6	6
Полтава-банк	6	6
АЛЬТБАНК	6	6
ГЛОБУС	6	6
Укресімбанк	6	6
ЮНЕКС БАНК	6	6

Як можна побачити з таблиці, наведеної вище, обидва методи практично однаково поділили банки на сім кластерів, що не зійшовшись тільки на банці «КРЕДИТВЕСТ БАНК».

Далі буде дана характеристика кожному з кластерів, ґрунтуючись на його агрегованих показниках. Номери кластерів будуть збігатися з номерами кластерів дендрограми.

Таблиця 3.4

Середні значення кожного з показників по кластерам

	Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3	Кластер 4	Кластер 5	Кластер 6	Кластер 7
LCRbb	614.64	10782.05	2749.353	681.182	267.212	295.065	676,01
LCRib	65114.38	297.82	1145.47	1782.726	250.936	674.645	366,469
Л13-1	112.874	0.195	3.335	4.603	13.164	6.087	2.758
Л13-2	104.806	0.080	0.174	0.035	0.810	0.712	0.335
Н11	0	0	0.026	0.093	0.174	0.747	0.364
Н12	0	0	0.056	0.170	0.193	0.769	0.701
Н2	23.19	271.8	160.023	82.038	30.952	30.460	119.571
Н3	17.69	199.03	158.906	72.932	23.710	26.870	80.310
Н6	4442.39	401.38	390.776	164.58	92.779	88.605	142,887
Н7	62.81	0.03	16.856	16.746	19.152	20.171	14.671
Н8	198.53	0	22.203	74.787	120.483	99.895	67.651
Н9	0.19	0	5.880	6.022	11.706	13.501	7.472

З цієї таблиці можна зробити наступні висновки:

- у кластера 1 аномально величезні показники нормативів LCRib і Н6;
- у кластера 2 аномально величезні показники нормативу LCRbb;
- у кластера 3 Дуже великі показники нормативу LCRbb і великі показники нормативу LCRib;
- у кластера 4 Дуже великі показники нормативу LCRib;
- у кластера 5 найбільш середні, які нічим не вирізняються показники нормативів банківської безпеки;
- у кластера 6 показники нормативу LCRib вище клатера 5, але нижче кластера 3;
- у кластера 7 показники нормативу LCRbb на рівні кластера 4, але показники нормативу LCRib набагато нижче кластера 4.

Далі буде наведено таблицю мінімальних значень нормативів за кластерами.

Таблиця 3.5

Мінімальні значення кожного з показників по кластерам

	Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3	Кластер 4	Кластер 5	Кластер 6	Кластер 7
LCRbb	614.64	10782.05	2344.70	1097.95	103.41	131.59	518.29
LCRiB	65114.38	297.82	1143.67	1355.34	110.28	1019.19	122.81
Л13-1	112.874	0.1958	0.0638	0.2018	0.0825	0.003	0.0193
Л13-2	104.806	0.0808	0	0	0	0	0
Н11	0	0	0	0	0	0	0
Н12	0	0	0	0	0	0	0
Н2	23.19	271.8	113.33	18.85	10.55	11.62	13.36
Н3	17.69	199.03	111.17	15.99	7.31	8.47	7.56
Н6	4442.39	401.38	316.32	105.74	0.00	104.44	103.78
Н7	62.81	0.03	13.88	0.16	4.71	10.53	0.97
Н8	614.64	10782.05	2344.70	1097.95	103.41	131.59	518.29
Н9	65114.38	297.82	1143.67	1355.34	110.28	1019.19	122.81

У даній таблиці не так чітко простежуються виявлені при кластеризації банків тенденції, Хоча, в цілому, відмінності кластерів все ще простежуються і не можна сказати, що кластери розділені нечітко і що в цій таблиці тенденції якимось відрізняються від висновків в першій таблиці.

В останній таблиці представлені максимальні значення в кластерах.

Таблиця 3.6

Максимальні значення кожного з показників по кластерам

	Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3	Кластер 4	Кластер 5	Кластер 6	Кластер 7
LCRbb	614.64	10782.05	2962.80	918.49	78.83	459.18	832.77
LCRiB	65114.38	297.82	594.09	2164.14	397.88	919.02	611.91
Л13-1	112.874	0.1958	9.2984	9.7682	167.799	9.049	6.2005
Л13-2	104.806	0.0808	0.4799	0.2758	7.0221	5.0769	1.4775
Н11	0	0	0.08	0.72	2.25	10.02	3.94
Н12	0	0	0.17	1.33	2.27	10.03	7.45
Н2	23.19	271.8	222.5	296.7	136.62	61.57	533.42
Н3	17.69	199.03	222.5	274.43	123.61	59.05	273.71
Н6	4442.39	401.38	503.23	93.51	98.27	96.07	98.70
Н7	62.81	0.03	21.89	23.83	58.16	24.81	36.1
Н8	198.53	0	29.92	267.04	428.84	171.14	361
Н9	0.19	0	17.57	15.53	78.05	22.93	31.5

В даній таблиці чіткіше простежуються виявлені при кластеризації банків тенденції, ніж в таблиці з мінімальними значеннями i , з огляду на, що у всіх трьох таблицях простежуються схожі тенденції, можна говорити про те, що найсильніше банки ділять показники LCR_{bb} і LCR_{ib} і що наступним етапом кластеризації може бути виключення цих параметрів для більш докладного розгляду банківської системи.

Вплив цих двох параметрів, можливо, настільки велике в тому, що це відносно нові показники і банківський сектор ще не встиг адаптуватися до нових вимог Національного Банку України і, з цього, банки можна розділити на подібні кластери, які, з часом, стануть більш однорідними, як це можна спостерігати з іншими показниками.

Для подальшого дослідження було вирішено розділити всі банки на чотири групи за регулятивним капіталом, так як цей норматив вкрай важливий для оцінки фінансового стану банку, але його значення занадто сильно коливаються від банку до банку і спотворюють картину.

У перший крупний кластер увійшли банки з регулятивним капіталом більше десяти мільйонів, у другій кластер увійшли банки з регулятивним капіталом більше мільйона, у третій кластер увійшли банки з регулятивним капіталом більше 500 тисяч, а в четвертий кластер увійшли залишилися банки.

Також в попередній частині дослідження було встановлено, що нормативи LSR_{bb} і LSR_{ib} занадто сильно впливають на результати розподілу банків на групи, найімовірніше банки просто ще не встигли адаптуватися до нових нормативів, так що ці нормативи не будуть враховані в подальшому дослідженні.

В першу групу увійшло 4 банки: АТ КБ "ПриватБанк", АТ "Ощадбанк", АТ "Укресімбанк", АТ "Райффайзен Банк Аваль". До другої групи увійшли 15 банків. У третю групу увійшло 11 банків. У четверту групу увійшли залишилися банки.

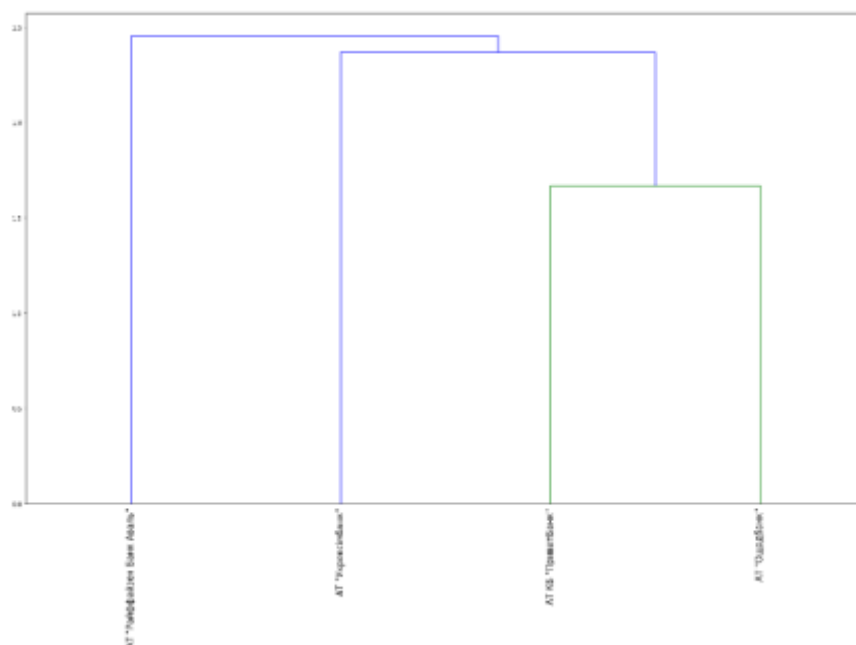


Рис 3.5 Перша велика кластерна група за регулятивним капиталом

В першу кластерну групу увійшли банки з найбільшим статутним капіталом. Через розміру кластерної групи аналізом цих даних можна знехтувати.

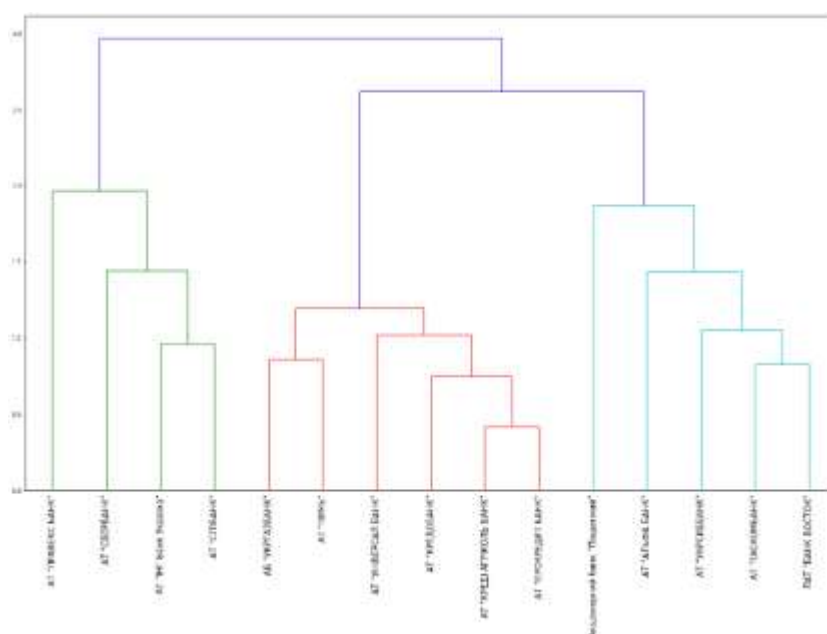


Рис 3.6 Друга велика кластерна група за регулятивним капиталом

Друга кластерна група поділяється на ще три підгрупи.

Таблиця 3.7

Статистика по першому підкластеру другий кластерної групи

	H1, тис.грн	H2	H3	H6	H7	H8	H9	H11	H12	Л13-1	Л13-2
count	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
mean	3850076,00	53,74	39,68	119,02	27,47	47,31	4,73	0,00	0,00	3,51	0,53
std	3234651,00	4,10	13,29	15,66	19,45	22,45	9,18	0,00	0,00	3,71	0,91
min	1490017,00	48,88	27,38	99,93	15,41	21,58	0,01	0,00	0,00	0,48	0,01
25%	1842192,00	51,10	29,12	109,66	16,54	32,99	0,08	0,00	0,00	0,53	0,07
50%	2682387,00	54,27	38,28	120,82	19,03	47,91	0,22	0,00	0,00	2,70	0,11
75%	4690270,00	56,91	48,83	130,18	29,96	62,22	4,87	0,00	0,00	5,68	0,57
max	8545514,00	57,55	54,76	134,50	56,42	71,85	18,50	0,00	0,00	8,15	1,88

У перший кластер увійшли такі банки, як: АТ "СБЕРБАНК" АТ ", ІНГ Банк Україна", АТ "СІТІБАНК", АТ "ПРАВЕКС БАНК". Вони характеризуються підвищеними показниками H2 і H3. Середня достатність регулятивного капіталу цих банків перевищує необхідний мінімум в п'ять разів, а середньоквадратичне відхилення менше 10%, а норматив достатності основного капіталу перевищує необхідний мінімум в три рази. Всі інші нормативи в межах норми.

Але їх норматив H7 говорить про те, що банки цієї групи найбільш сильно схильні до кредитного ризику серед усіх банків першого кластера.

Таблиця 3.8

Статистика по другому підкластеру другий кластерної групи

	H1, тис.грн	H2	H3	H6	H7	H8	H9	H11	H12	Л13-1	Л13-2
count	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
mean	5120000	17,41	13,94	91,44	10,97	40,42	4,37	0,05	0,06	0,95	0,12
std	2700000	2,50	2,63	13,32	3,42	54,76	5,94	0,05	0,06	0,47	0,22
min	2030000	14,44	9,75	67,71	5,54	0,00	0,25	0,00	0,00	0,19	0,00
25%	2790000	15,19	12,53	87,73	9,01	5,36	0,54	0,01	0,01	0,84	0,01
50%	5140000	17,86	14,62	94,91	12,25	27,70	0,89	0,04	0,06	0,95	0,01
75%	7390000	19,31	15,81	99,61	13,12	38,73	7,68	0,07	0,09	1,16	0,09
max	8270000	20,23	16,63	104,60	14,46	146,82	13,81	0,12	0,15	1,59	0,57

У другий кластер увійшли такі банки, як: АБ "УКРГАЗБАНК", АТ "ПУМБ", АТ "КРЕДІ АГРІКОЛЬ БАНК", АТ "ПРОКРЕДИТ БАНК", АТ "УНІВЕРСАЛ БАНК", АТ "КРЕДОБАНК". В цей кластер увійшли банки, у

яких немає яскраво виражених домінуючих нормативів, при цьому і немає проблем з будь-якими фінансовими показниками.

Другий кластер представляє з себе стабільні банки з хорошими фінансовими показниками.

Таблиця 3.9

Статистика по третьому підкластеру другий кластерної групи

	Н1, тис.грн	Н2	Н3	Н6	Н7	Н8	Н9	Н11	Н12	Л13 -1	Л13 -2
count	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
mean	4340000	16,73	13,52	85,34	18,26	219,98	10,55	0,07	0,10	7,54	0,49
std	3160000	5,13	5,30	10,82	2,30	33,30	5,64	0,12	0,18	1,20	0,80
min	1070000	13,29	9,88	72,51	15,50	166,73	3,22	0,00	0,00	6,20	0,00
25%	2380000	13,93	10,58	79,43	16,19	211,79	5,85	0,00	0,00	6,75	0,03
50%	2880000	14,77	12,03	83,99	18,98	229,01	13,78	0,02	0,03	7,17	0,05
75%	7050000	15,93	12,29	89,73	19,99	239,98	13,94	0,02	0,03	8,50	0,49
max	8330000	25,74	22,83	101,07	20,64	252,40	15,97	0,28	0,42	9,05	1,87

У третій кластер увійшли такі банки, як: АТ "АЛЬФА-БАНК", АТ "УКРСИББАНК", Акціонерний банк "Південний", АТ "ТАСкомбанк", ПАТ "БАНК ВОСТОК". У даній банківській групі найбільш високий норматив Н8, який покликаний відображати кредитні ризики по окремим контрагентам.

У цього підкластера в другій кластерній групі Н8 не перевищує норму, але те, що цей банківський норматив підвищено свідчить про те, що у даної групи банків з більшою ймовірністю можуть бути проблеми з окремим контрагентами.

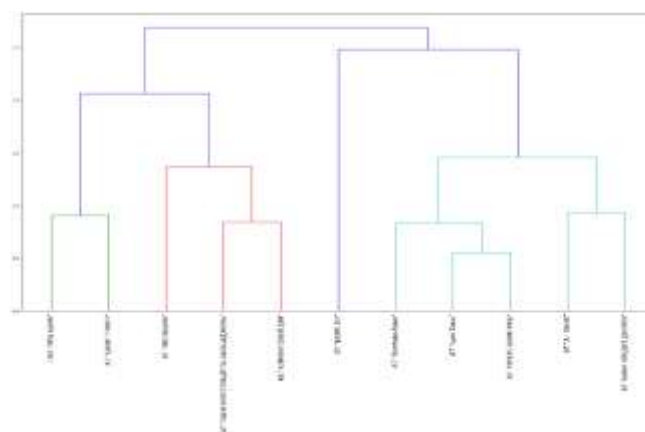


Рис 3.7 Третя велика кластерна група за регулятивним капиталом

Третя кластерна група так само поділяється на 3 підгрупи і виділяється один банк.

Таблиця 3.10

Статистика по першому підкластеру третьої кластерної групи

	Н1, тис.грн	Н2	Н3	Н6	Н7	Н8	Н9	Н11	Н12	Л13 –1	Л13 –2
count	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
mean	635330,14	30,63	27,62	100,99	22,37	122,55	14,15	0,35	0,57	7,39	0,29
std	91751,01	23,04	20,67	19,90	3,26	12,17	14,12	0,03	0,04	1,50	0,36
min	570452,38	14,34	13,01	86,92	20,07	113,94	4,17	0,33	0,55	6,33	0,03
25%	602891,26	22,48	20,32	93,95	21,22	118,24	9,16	0,34	0,56	6,86	0,16
50%	635330,14	30,63	27,62	100,99	22,37	122,55	14,15	0,35	0,57	7,39	0,29
75%	667769,02	38,78	34,93	108,02	23,53	126,85	19,15	0,36	0,59	7,92	0,42
max	700207,90	46,93	42,24	115,06	24,68	131,15	24,14	0,37	0,60	8,46	0,55

У перший кластер увійшли такі банки, як: ПАТ "МТБ БАНК", АТ "БАНК" ГРАНТ ". Вони виділяються майже виходять з норми значенням Н9, що говорить про підвищений кредитний ризик. Так само близьким до критичного значення є норматив Л13–1, який є нормативом довгострокової ліквідності.

Хоча у даній кластерної групи спостерігаються деякі проблеми, банки цієї кластерної групи не перевищують значення, встановлені НБУ.

Таблиця 3.11

Статистика по другому підкластеру третьої кластерної групи

	Н1, тис.грн	Н2	Н3	Н6	Н7	Н8	Н9	Н11	Н12	Л13– 1	Л13– 2
count	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
mean	734338,76	16,55	13,45	74,68	21,91	223,56	31,98	0,06	0,09	7,48	0,07
std	233669,52	8,08	8,76	13,61	2,70	98,49	16,83	0,08	0,08	2,01	0,07
min	541123,46	11,00	7,10	62,35	19,23	148,35	20,26	0,00	0,00	5,30	0,00
25%	604483,83	11,92	8,45	67,38	20,55	167,81	22,34	0,02	0,06	6,58	0,04
50%	667844,21	12,83	9,80	72,41	21,86	187,27	24,42	0,03	0,12	7,85	0,08
75%	830946,41	19,33	16,62	80,84	23,25	261,16	37,84	0,09	0,14	8,56	0,11
max	994048,61	25,82	23,44	89,27	24,64	335,04	51,26	0,16	0,16	9,28	0,14

У другий кластер увійшли такі банки, як: АТ "МЕГАБАНК", АТ "БАНК ІНВЕСТИЦІЙ ТА заощадження", АБ "КЛІРІНГОВІЙ ДІМ" Вони

виділяються тим, що перевищують норматив Н9, що говорить про підвищений кредитний ризик. Так само близьким до критичного значення є норматив Л13–1, навіть сильніше, ніж у попереднього кластера, який є нормативом довгострокової ліквідності.

Банки цієї кластерної групи не відповідають одному нормативу НБУ, але це ще не робить їх фінансово нестійкими.

Таблиця 3.12

Статистика по третьому підкластеру третьої кластерної групи

	Н1, тис.грн	Н2	Н3	Н6	Н7	Н8	Н9	Н11	Н12	Л13– 1	Л13– 2
count	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
mean	780181,00	23,25	19,02	92,26	16,60	66,04	3,91	0,01	0,01	0,78	0,32
std	145079,25	10,82	9,85	20,64	5,22	54,57	8,51	0,01	0,01	0,94	0,46
min	606463,94	13,80	11,10	69,42	10,50	10,50	0,05	0,00	0,00	0,02	0,00
25%	675743,53	14,51	11,37	72,75	13,48	40,94	0,05	0,00	0,00	0,40	0,01
50%	802543,32	18,85	13,12	95,50	15,92	46,25	0,13	0,01	0,01	0,47	0,08
75%	837748,43	30,86	28,97	108,17	19,05	79,09	0,18	0,01	0,02	0,56	0,45
max	978405,80	38,25	30,55	115,45	24,05	153,41	19,14	0,02	0,02	2,42	1,08

У третій кластер увійшли такі банки, як: АТ "А – БАНК", АТ "БАНК КРЕДИТ ДНІПРО", АТ "Ідея Банк", АТ "Полтава–банк", АТ "Піреус Банк МКБ". Цей кластер виділяється найменшими Н10, Н11, Л13–1 і Л13–2, що говорить про те, що банки даної кластерної групи найбільш стабільні в плані ліквідності та інвестування.

Банки цієї кластерної групи є найбільш стабільними в даній великому кластері, тому що вони мають нормальними показниками регулятивного капіталу і найменшими показниками інвестиційних і ліквідних ризиків.

Таблиця 3.13

Статистика по четвертому підкластеру третьої кластерної групи

	Н1, тис.гр н	Н2	Н3	Н6	Н7	Н8	Н9	Н11	Н12	Л13 –1	Л13 –2
count	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
mean	500694	179,28	168,13	65,21	18,40	31,74	0,17	0,00	0,00	8,32	2,02
min	500694	179,28	168,13	65,21	18,40	31,74	0,17	0,00	0,00	8,32	2,02
25%	500694	179,28	168,13	65,21	18,40	31,74	0,17	0,00	0,00	8,32	2,02
50%	500694	179,28	168,13	65,21	18,40	31,74	0,17	0,00	0,00	8,32	2,02

Завершення таблиці 3.13

75%	500694	179,28	168,13	65,21	18,40	31,74	0,17	0,00	0,00	8,32	2,02
max	500694	179,28	168,13	65,21	18,40	31,74	0,17	0,00	0,00	8,32	2,02

В окрему групу можна виділити "Банк 3/4" Н2 і Н3 уоторого сильно перевищують середнє значення по кожному кластеру всередині банківської групи, хоча у нього спостерігаються такі ж проблеми з Л13–1, що і у першого банківського кластера.

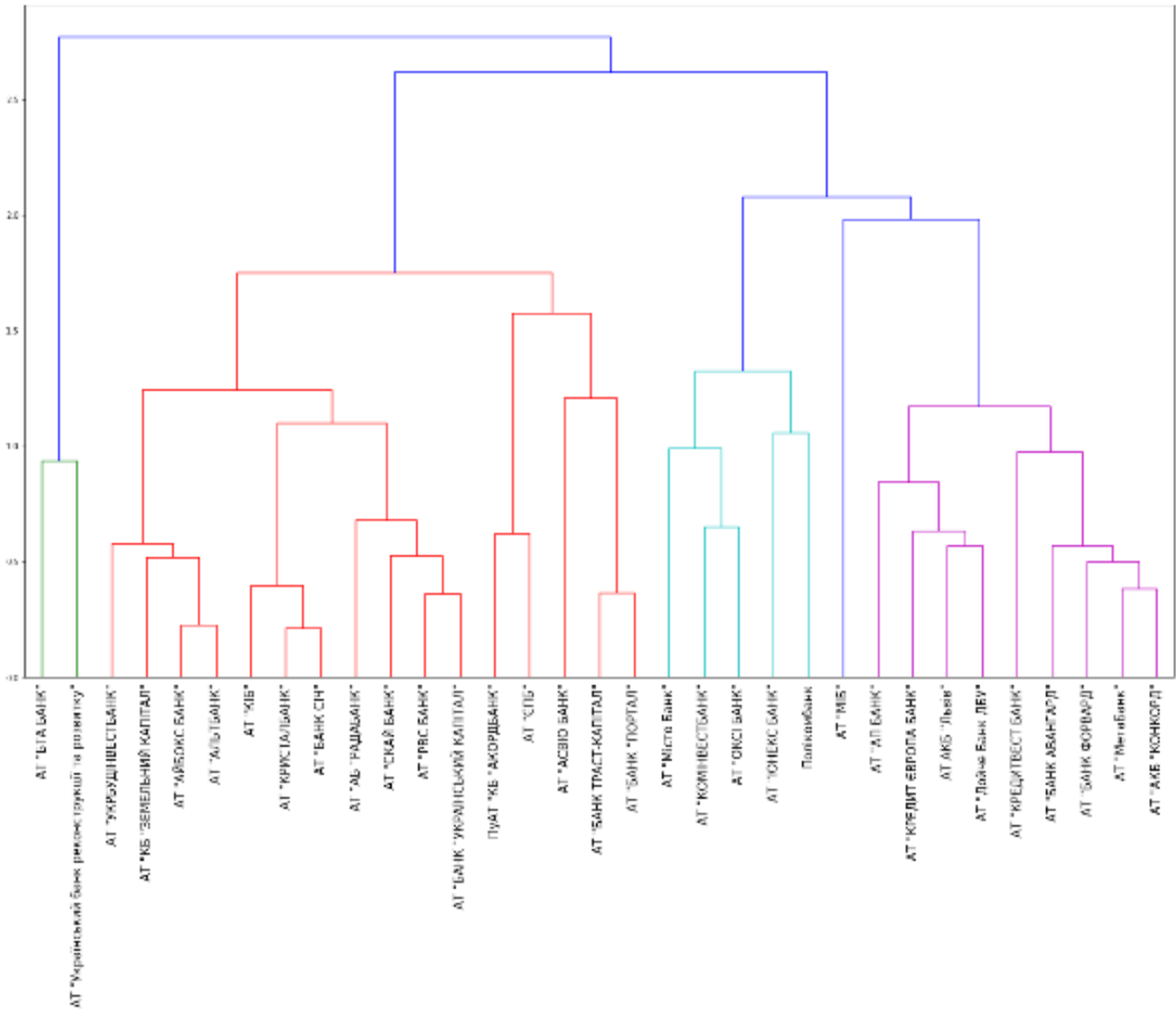


Рис 3.8 Четверта велика кластерна група за регулятивним капиталом

У четвертій кластерної групі виділяються 3 великий хластера і 3 специфічних банку.

Таблиця 3.14

Статистика по першому підкластеру четвертої кластерної групи

	Н1, тис.грн	Н2	Н3	Н6	Н7	Н8	Н9	Н11	Н12	Л13– 1	Л13–2
count	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
mean	245507,92	256,03	215,70	231,92	0,55	0,00	0,00	0,04	0,08	4,90	0,01
std	9799,64	83,91	26,88	60,38	0,60	0,00	0,00	0,05	0,12	4,84	0,02
min	238578,52	196,70	196,70	189,22	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	1,48	0,00
25%	242043,22	226,36	206,20	210,57	0,34	0,00	0,00	0,02	0,04	3,19	0,01
50%	245507,92	256,03	215,70	231,92	0,55	0,00	0,00	0,04	0,08	4,90	0,01
75%	248972,62	285,70	225,20	253,27	0,77	0,00	0,00	0,06	0,12	6,61	0,02
max	252437,31	315,36	234,71	274,61	0,98	0,00	0,00	0,08	0,17	8,32	0,02

У перший кластер увійшли такі банки, як: АТ "Український банк реконструкції та розвитку", АТ "БТА БАНК". Вони характеризуються підвищеними показниками Н2, Н3 та Н6. Середня достатність регулятивного капіталу цих банків перевищує необхідний мінімум в двадцять п'ять разів, а норматив достатності основного папітала перевищує необхідний мінімум в тридцять разів. Всі інші нормативи в межах норми.

Це говорить про підвищеної, в порівнянні з іншими кластерами цієї банківської групи, стабільності в критичній ситуації з точки зору споживача.

Таблиця 3.15

Статистика по другому підкластеру четвертої кластерної групи

	Н1, тис.грн	Н2	Н3	Н6	Н7	Н8	Н9	Н11	Н12	Л13– 1	Л13– 2
count	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
mean	257094,87	41,34	36,53	95,27	20,73	100,89	10,76	0,00	0,01	8,20	0,58
std	62119,12	29,84	27,97	36,97	3,00	62,35	9,33	0,01	0,01	1,35	1,24
min	206765,82	11,68	10,58	63,76	13,63	13,65	0,01	0,00	0,00	5,17	0,00
25%	217885,55	20,85	15,70	69,03	19,06	50,51	1,34	0,00	0,00	7,80	0,00
50%	239369,24	31,23	28,08	85,89	21,27	103,80	11,21	0,00	0,00	8,36	0,00
75%	257417,72	55,59	44,47	99,65	23,08	139,54	18,00	0,00	0,00	9,05	0,32
max	446113,17	104,02	100,21	183,35	24,83	237,35	24,60	0,03	0,03	9,86	4,15

У другій кластер увійшли банки: АТ "АСВІО БАНК", АТ "УКРБУДІНВЕСТБАНК", АТ "БАНК" УКРАЇНСЬКИЙ КАПІТАЛ ", АТ "АЛЬТБАНК ", АТ" БАНК "ПОРТАЛ", АТ "БАНК СІЧ", АТ "РВС БАНК", АТ "БАНК ТРАСТ-КАПІТАЛ", АТ "АЙБОКС БАНК",

АТ "КРИСТАЛБАНК", АТ "СКАЙ БАНК", АТ "КБ" ЗЕМЕЛЬНИЙ КАПІТАЛ", АТ" КІБ ", АТ" АБ "РАДАБАНК", ПуАТ "КБ" АКОРДБАНК", АТ "СПБ". Даний кластер виділяється найбільшими Н8 і Л13–1 по кластерів групі.

Таблиця 3.16

Статистика по третьому підкластеру четвертої кластерної групи

	Н1, тис.грн	Н2	Н3	Н6	Н7	Н8	Н9	Н1 1	Н1 2	Л13– 1	Л13– 2
count	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
mean	210361,21	43,27	40,90	95,11	18,36	78,49	17,04	0,14	0,27	1,37	0,99
std	7058,48	29,53	30,66	29,69	12,37	44,52	9,43	0,32	0,59	0,62	1,36
min	201399,65	19,33	13,67	61,69	4,07	30,21	4,19	0,00	0,00	0,67	0,01
25%	204021,14	21,55	21,26	70,09	13,87	36,24	14,93	0,00	0,00	0,91	0,02
50%	215103,75	35,28	34,56	97,32	17,65	94,73	15,55	0,00	0,00	1,29	0,30
75%	215119,30	48,44	43,22	113,27	18,18	95,77	20,33	0,00	0,00	1,90	1,42
max	216162,20	91,76	91,76	133,16	38,04	135,50	30,21	0,72	1,33	2,09	3,19

У третій кластер увійшли банки: АТ "Місто Банк", АТ "ОКСІ БАНК", Полікомбанк, АТ "ЮНЕКС БАНК", АТ "КОМІНВЕСТБАНК". Даний кластер виділяється тим, що перевищує відразу два нормативу – Н7 та Н9, що говорить про сильний перевищенні ризиків при роботі з інсайдерами.

Таблиця 3.17

Статистика по четвертому підкластеру четвертої кластерної групи

	Н1, тис.грн	Н2	Н3	Н6	Н7	Н8	Н9	Н1 1	Н1 2	Л13 –1	Л13 –2
count	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
mean	349003,03	49,19	42,24	109,61	18,63	86,99	3,04	0,00	0,00	2,97	0,15
std	48634,48	34,50	28,87	33,33	6,11	66,26	4,98	0,00	0,00	2,11	0,33
min	267645,26	14,41	8,33	72,30	5,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	0,00
25%	314585,42	16,35	15,02	77,32	14,44	40,07	0,02	0,00	0,00	0,55	0,00
50%	345739,10	39,55	32,93	111,72	21,70	69,20	0,35	0,00	0,00	3,98	0,02
75%	394473,00	88,24	65,81	144,44	22,92	139,37	4,11	0,00	0,00	4,94	0,03
max	408262,09	94,90	85,26	149,25	24,52	213,12	14,44	0,00	0,00	5,13	0,99

У четвертий кластер увійшли банки: АТ АКБ "Львів", АТ "КРЕДИТ ЄВРОПА БАНК", АТ "АКБ" КОНКОРД ", АТ" БАНК АВАНГАРД ", АТ" АП БАНК ", АТ" МетаБанк ", АТ" БАНК ФОРВАРД ", АТ "КРЕДИТВЕСТ БАНК", АТ "Дойче Банк ДБУ". Дана група не виділяється нічим особливим,

при цьому вони не перетинає кордони нормативів, з чого можна зробити, що в цю групу увійшли банки з "пересічними" показниками.

Таблиця 3.18

Статистика по п'ятму підкластеру четвертої кластерної групи

	Н1, тис.грн	Н2	Н3	Н6	Н7	Н8	Н9	Н1 1	Н12	Л13 -1	Л13 -2
count	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
mean	418459,73	23,93	22,98	84,02	21,67	138,72	3,57	1,83	1,83	4,03	0,43
min	418459,73	23,93	22,98	84,02	21,67	138,72	3,57	1,83	1,83	4,03	0,43
25%	418459,73	23,93	22,98	84,02	21,67	138,72	3,57	1,83	1,83	4,03	0,43
50%	418459,73	23,93	22,98	84,02	21,67	138,72	3,57	1,83	1,83	4,03	0,43
75%	418459,73	23,93	22,98	84,02	21,67	138,72	3,57	1,83	1,83	4,03	0,43
max	418459,73	23,93	22,98	84,02	21,67	138,72	3,57	1,83	1,83	4,03	0,43

У даній кластерної групі осібно стоїть АТ "МІБ" з низькими, для кластерної групи, показниками Н2 і Н3.

Таблиця 3.19

Нормативні показники розподілу другої великою кластерної групи

	ARI	AMI	Homogeneity	Completeness	V-measure	Silhouette
K-means	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,23
Affinity	0,83	0,83	1,00	0,77	0,87	0,25
Spectral	0,27	0,33	0,42	0,48	0,45	0,15
Agglomerative	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,23

Як можна побачити у таблиці і показники ARI і AMI у агломеративній моделі, яка взята за основу і моделі K-means збігаються, що говорить про повний збіг кластерного поділу. V-measure, яку розраховували з Homogeneity і Completeness, так само говорить про повний збіг кластерного поділу цих двох моделей. Affinity Propagation володіє схожістю зі зразком більш ніж в 80%, а спектральна модель має вкрай низькими показниками схожості. Малі значення силуету говорять про високий ступінь перетину кластерів. Підводячи підсумки під усім вищесказаним можна зробити висновок, що розподіл другої кластерної групи має досить високу степере надійності.

Таблиця 3.20

Нормативні показники розподілу третьої великою кластерної групи

	ARI	AMI	Homogeneity	Completeness	V-measure	Silhouette
K-means	0,66	0,72	0,84	0,82	0,83	0,27
Affinity	0,38	0,49	0,56	0,75	0,64	0,21
Spectral	-0,05	0,00	0,34	0,41	0,38	-0,17
Agglomerative	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,27

Виходячи з таблиці розподіл банків на кластери в третій групі не настільки однозначні, як у другій. Хоча значення V-measure для агломеративній вибірки і K-means більше 80% їх ARI і AMI показники становлять всього 66%, що говорить про низьку якість кластеризації. Значення показників ARI і AMI для спектрального аналізу прагнуть до значення, відповідним випадковому розподілу банків по групах, що говорить про недоцільне використання даної моделі при вивченні даної кластерної групи.

Таблиця 3.21

Нормативні показники розподілу четвертої великою кластерної групи

	ARI	AMI	Homogeneity	Completeness	V-measure	Silhouette
K-means	0,73	0,76	0,81	0,79	0,80	0,19
Affinity	0,66	0,70	0,89	0,67	0,77	0,16
Spectral	0,43	0,50	0,65	0,54	0,59	0,18
Agglomerative	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,19

Виходячи з таблиці якість розподілу четвертої кластерної групи знаходиться між другою і третьою кластерними групами. Ступінь збігу поділу банків на кластери у агломеративній моделі і K-means вище 70%, ступінь збігу з Affinity Propagation тримається на рівні 66–76% за показниками ARI, AMI і V-measure. Спектральний аналіз так само показує низьку ефективність при розподілі банків даної групи на кластери. Силует в даній кластерної групі володіє найбільш низькими показниками у всіх трьох групах, що говорить про найбільш пересічної вибірці з всіх представлених в цьому дослідженні.

У другій кластерній групі банків в ризиковій зоні виявлено кластер з занадто високим нормативом Н7. У третій кластерній групі так само

виявлено проблесний кластер. В 4 групі можна виділити кластер з високими показниками нормативу Л13–1 що говорить про проблеми цих банків з короткостроковою ліквідністю. Так само можна виділити банк АТ "МІБ", в якому занадто великі показники нормативів інвестування.

В ході побудови даної моделі кластерного поділу банківського сектора України були виявлені найбільш вліятельні нормативи Н1, LSRbb і LSRib, після чого банки були поділені на чотири групи але нормативу Н1, в яких були виділені і охарактеризовані підгрупи.

На наступному етапі моделювання фінансової безпеки банківського сектора будуть використані результати, отримані в даній моделі для побудови моделі класифікації.

3.3 Моделі класифікації банківських установ України

Далі були побудовані моделі random forest для кожного з трьох кластерів з метою побудови моделі фінансової безпеки банківського сектора України.

Модель, що описує другий кластер має 100% збігом результатів з ієрархічним поділом, на малюнку нижче можна побачити, як саме модель приймає рішення з приводу розподілу банків на групи.

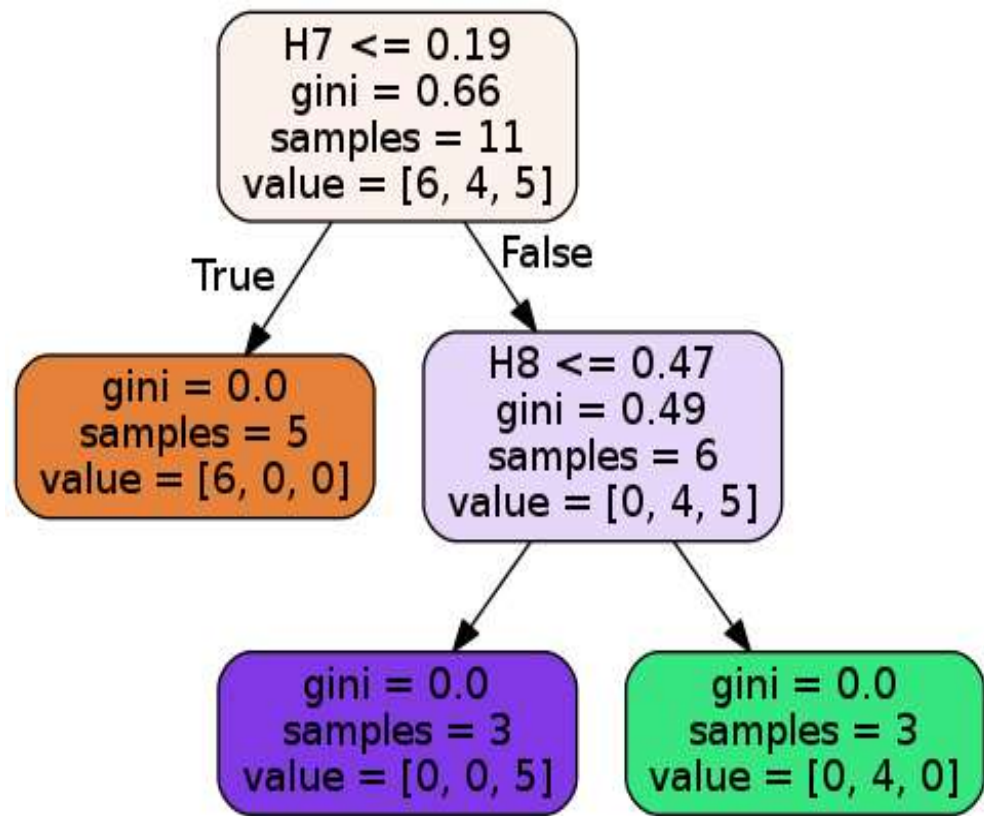


Рис 3.9 Приклад Random forest для другої кластерної групи

Найбільш впливовими показниками на думку дерев рішень є Н7 і Н8. Вони обидва фігурували при розподілі банків на кластери, так що можна стверджувати, що модель адекватна.

Нижче представлений приклад Random forest для третього кластера.

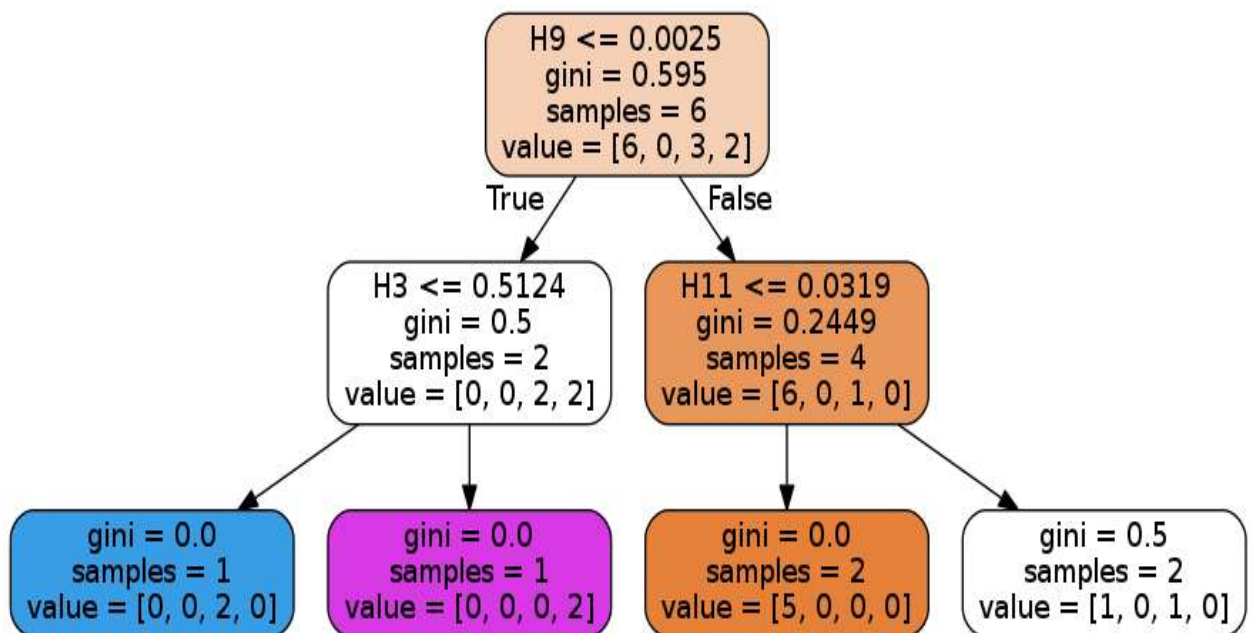


Рис 3.10 Приклад Random forest для третьої кластерної групи

H9 фігурував при характеристики кластерів, але H3 і H11 є менш контрастними нормативами, ніж в попередньому випадку.

Нижче представлений приклад Random forest для четвертого кластера.

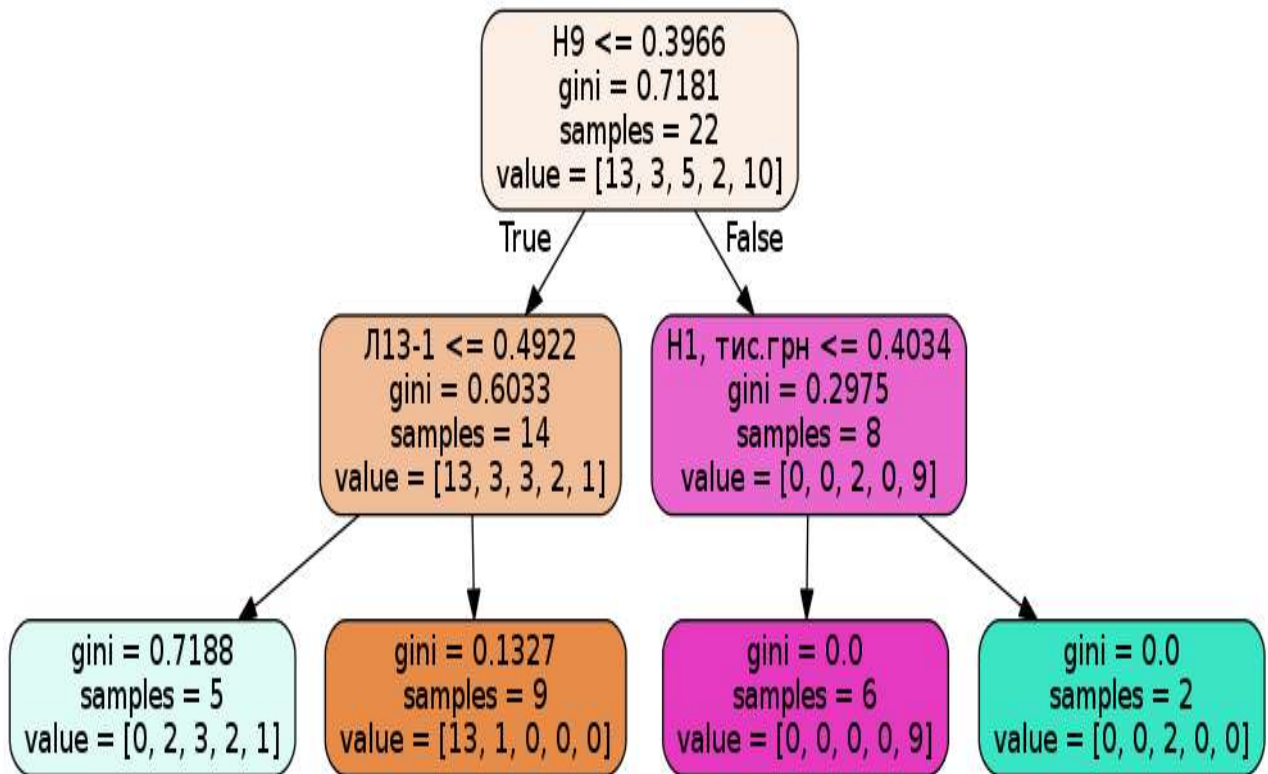


Рис 3.11 Приклад Random forest для четвертої кластерної групи

Хоча при характеристиці кластерів увагу на H1 не акцентувати (був кластер з великим вмістом високих регулятивних капіталів, був кластер з вмістом більш низьких регулятивних кпіталов і був кластер зі змішаним вмістом), але його вплив досить вагомо, Два інших показника так само активно використовувалися при характеристиці кластерів.

Для перевірки реалістичності цих моделей були побудовані графіки для кожного нормативу, використовуваного при оцінці кластерів (показники відбиралися за ступенем впливу в моделі). У другому кластері це H7 та H8.

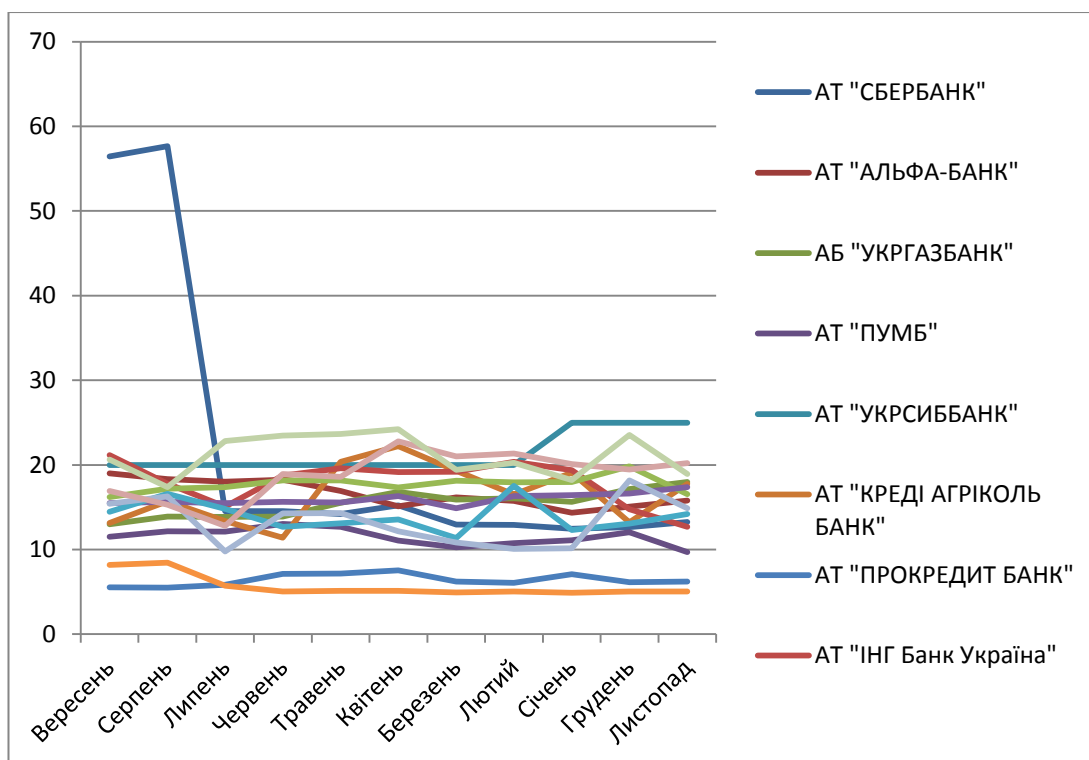


Рис 3.12 Нормативний показник Н7 Для другої кластерної групи.

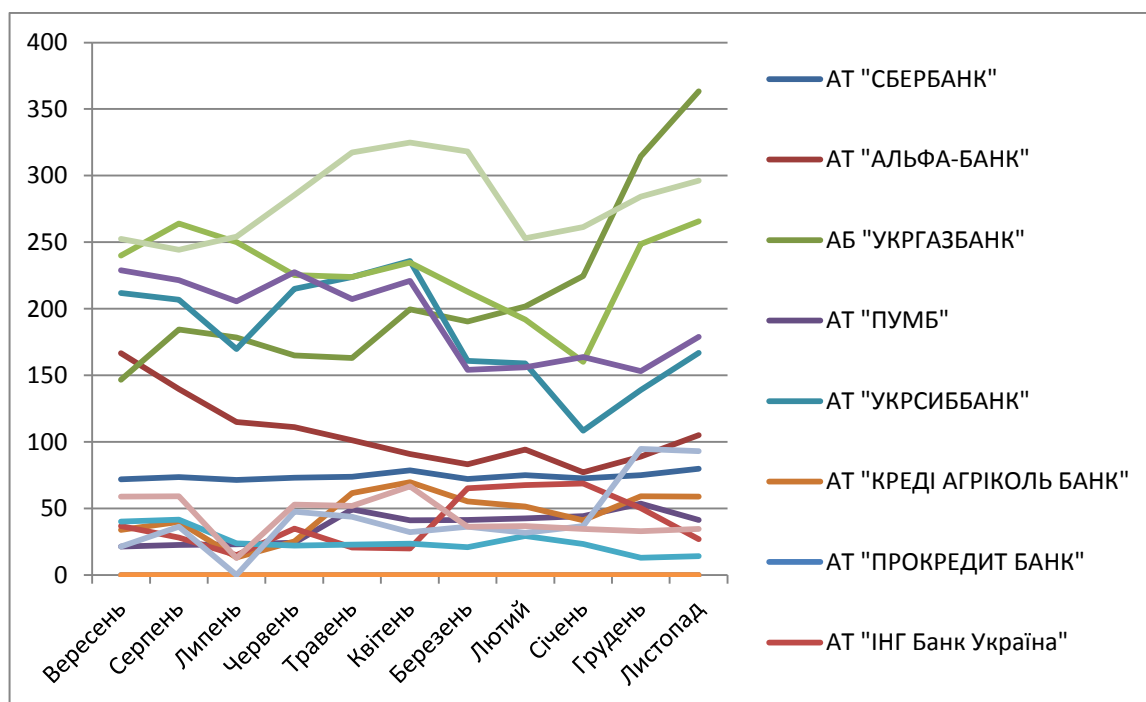


Рис 3.13 Нормативний показник Н8 Для другої кластерної групи.

Як можна побачити їх графіків, не всі банки мають постійно стабільними результатами, але триматися в межах норми.

У третьому кластері це Н3, Н9 та Н11

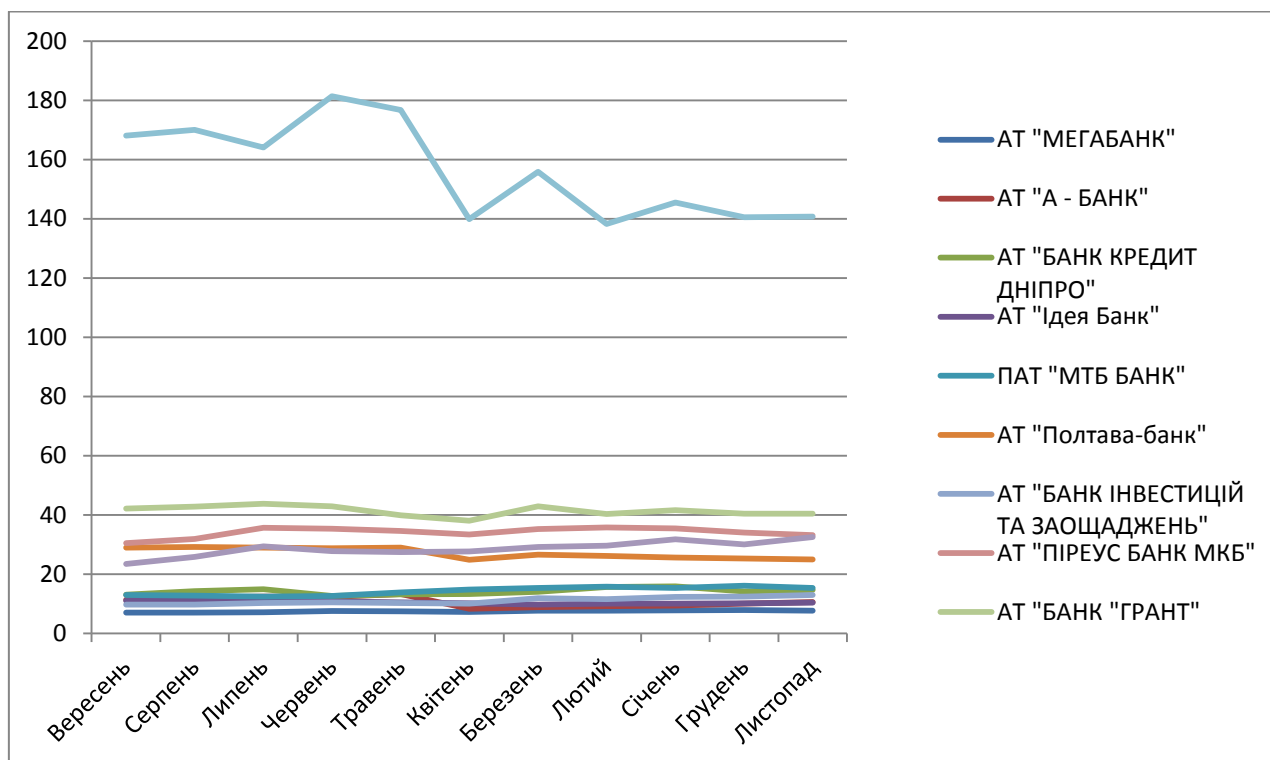


Рис 3.14 Нормативний показник N3 Для третьої кластерної групи.

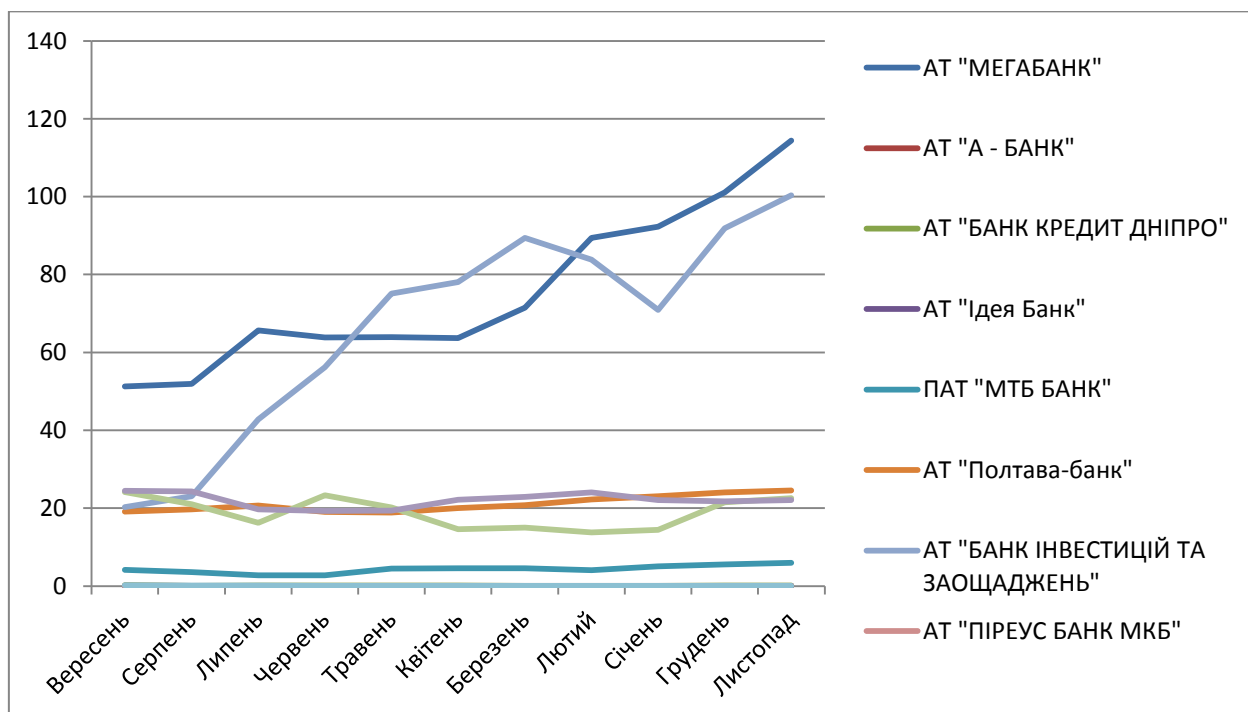


Рис 3.15 Нормативний показник N9 Для третьої кластерної групи.

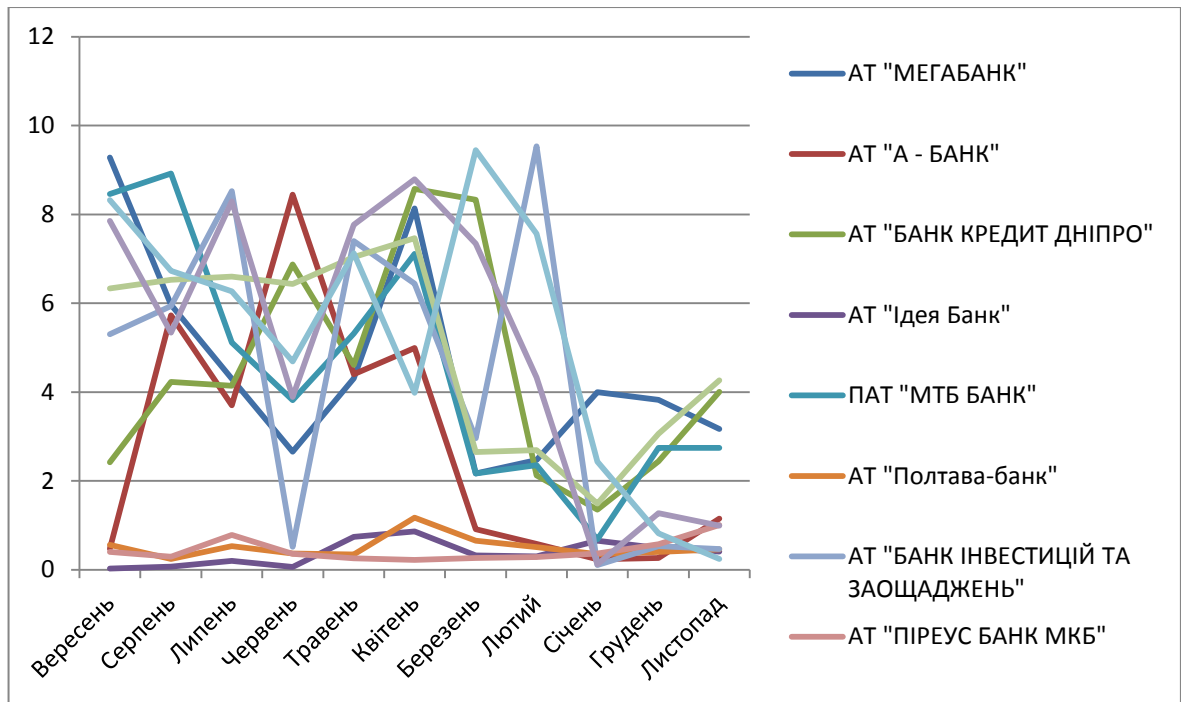


Рис 3.16 Нормативний показник N11 Для третьої кластерної групи.

Як можна побачити, два нормативу або стабільні, або триматися в характерній для їх кластера зоні, а норматив N11 стабільним назвати складно, але ступінь його впливу не така висока.

У четвертому кластері це N1, N9, L13–1

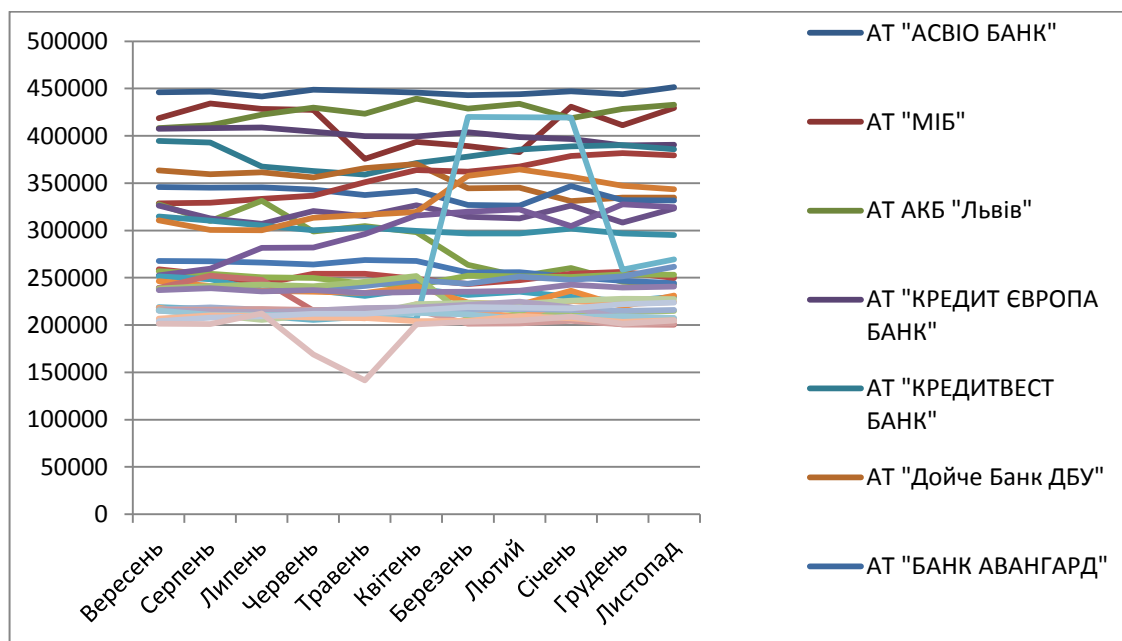


Рис 3.17 Нормативний показник N1 Для четвертої кластерної групи.

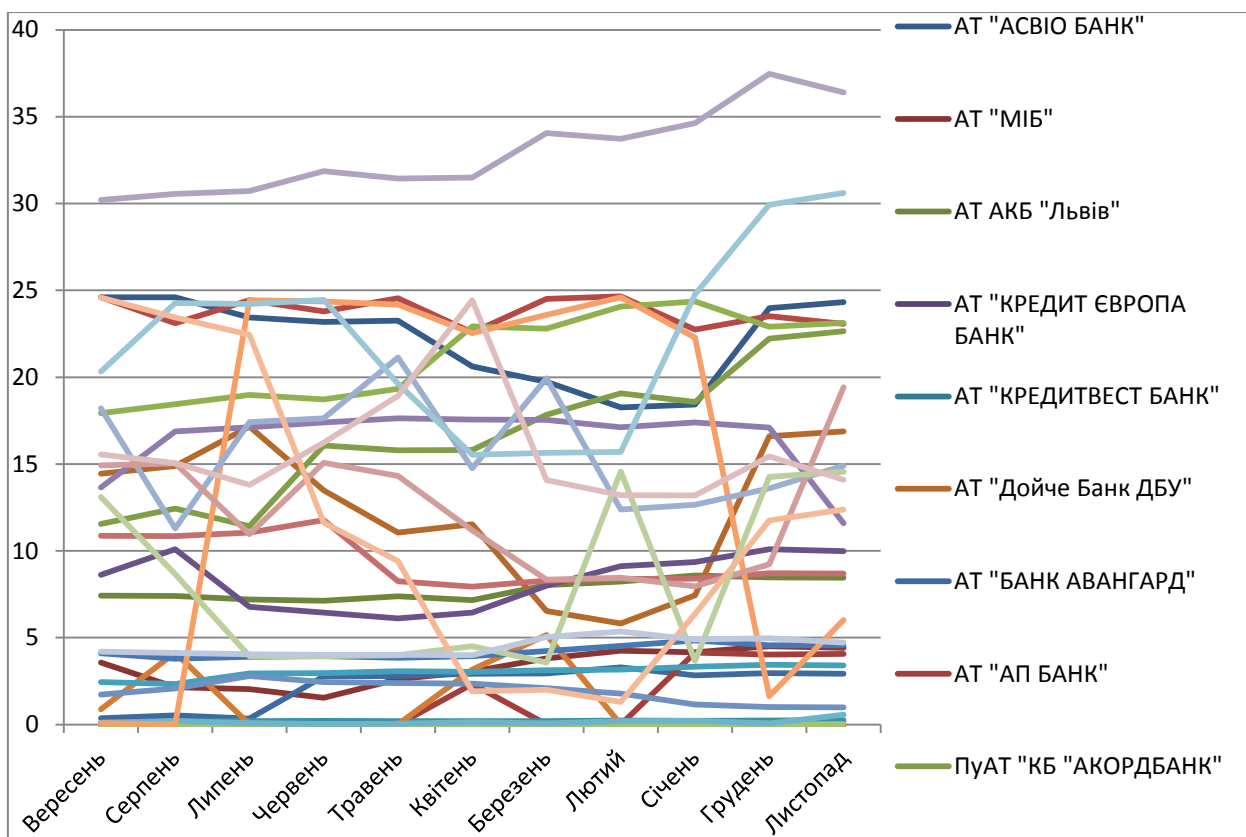


Рис 3.18 Нормативний показник N9 Для четвертої кластерної групи.

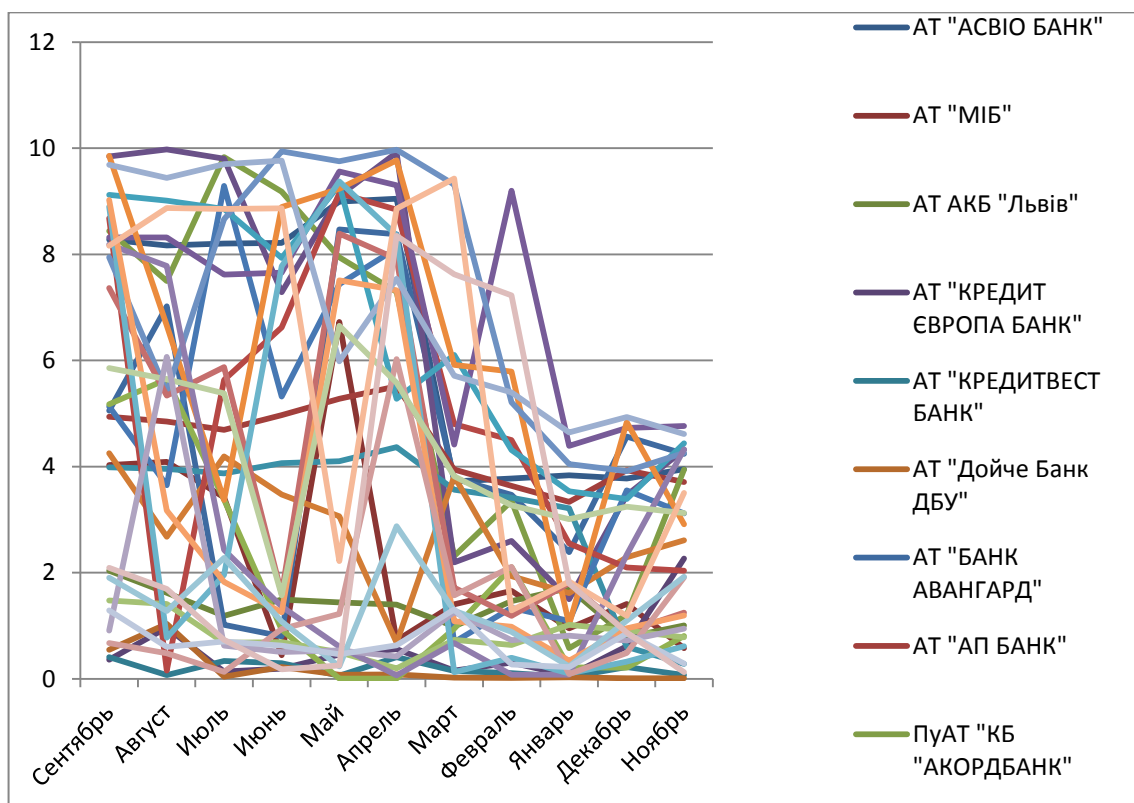


Рис 3.19 Нормативний показник L13-1 Для четвертої кластерної групи.

Як можна побачити з графіків, найбільш впливові нормативи стрибкоподібно змінюються, що ставить під сумнів стабільність кластерів, але, що характерно, у багатьох банків скачки нормативів синхронні, що може говорити на користь того, що модель впоралася із завданням класифікації.

У цьому розділі були побудовані моделі, за допомогою яких можна визначати кластер для банків і, при раптовій зміні банком його кластера, простежити, зміна яких саме нормативів стало причиною зміни кластера, що здатне істотно полегшити задачу контролю фінансових нормативів банків.

3.4 Прогнозування фінансової безпеки банківського сектору

У даному розділі представлені результати застосування моделей, отриманих на попередньому кроці, до десяти місяців, починаючи з грудня 2019 року і закінчуючи жовтнем 2020 року. Моделі показали абсолютну стабільність кластерів, так що далі будутрассмотрени відмінності від поділу, запропонованого на першому кроці.

Таблиця 3.22

Прогнозні значення для другого кластера в перебігу 10 місяців

Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3
АБ "УКРГАЗБАНК"	АТ "АЛЬФА-БАНК"	АТ "СБЕРБАНК"
АТ "ПУМБ"	АТ "УКРСИББАНК"	АТ "ІНГ Банк Україна"
АТ "КРЕДІ АГРІКОЛЬ БАНК"	Акціонерний банк "Південний"	АТ "СІТІБАНК"
АТ "ПРОКРЕДИТ БАНК"	АТ "ТАСКОМБАНК"	АТ "ПРАВЕКС БАНК"
АТ "УНІВЕРСАЛ БАНК"	ПАТ "БАНК ВОСТОК"	
АТ "КРЕДОБАНК"		

Таблиця другий кластерної групи показує повний збіг з ієрархічним поділом і абсолютну стабільність кластерів протягом досліджуваного періоду.

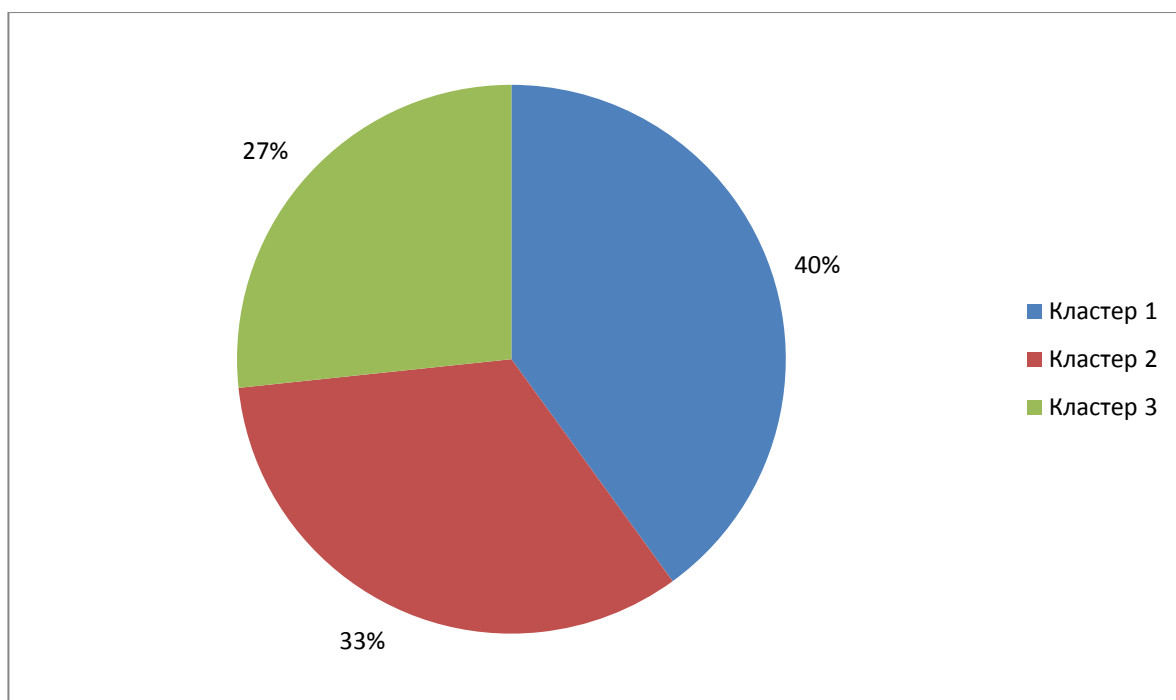


Рис. 3.20 Розподіл банків за кластерними групами

На графіку вище можна побачити відсотковий розподіл банків за кластерними групами.

Таблиця 3.23

Прогнозні значення для третього кластера в перебігу 10 місяців

Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3	Кластер 4
АТ"МЕГАБАНК	ПАТ "МТБ БАНК"	АТ "А – БАНК"	АТ "БАНК 3/4"
АТ "БАНК КРЕДИТ ДНІПРО"	АТ "БАНК "ГРАНТ"	АТ "Ідея Банк"	
АТ "БАНК ІНВЕСТИЦІЙ ТА ЗАОЩАДЖЕНЬ"		АТ "Полтава–банк"	
АБ "КЛІРИНГОВИЙ ДІМ"		АТ "ПРЕУС БАНК МКБ"	

Таблиця третьої кластерної групи показує відхилення від ділення, яке було запропоновано ієрархічною кластеризацією, але так само говорить про повний збіг кластерів протягом досліджуваного періоду.

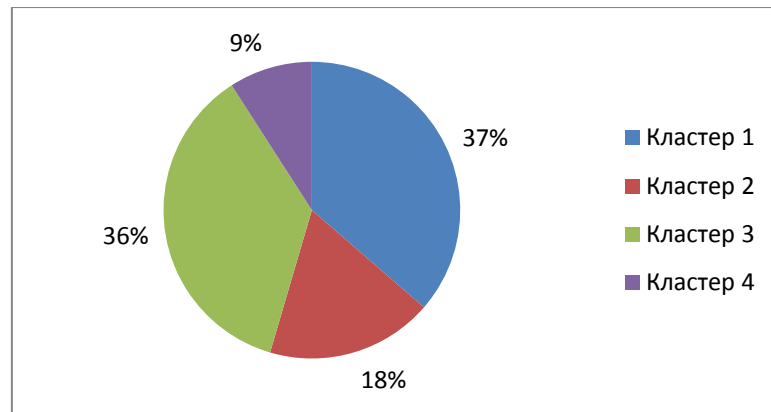


Рис. 3.21 Розподіл банків за кластерними групами

На графіку вище можна побачити відсотковий розподіл банків за кластерними групами.

Таблиця 3.24

Прогнозні значення для четвертого кластера в перебігу 10 місяців

Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3	Кластер 4	Кластер 5
АТ "АБ "РАДАБАНК"	АТ "АСВІО БАНК"	АТ "СПБ"	АТ "БАНК "ПОРТАЛ"	АТ "МІБ"
АТ "АЙБОКС БАНК"	АТ "АП БАНК"	АТ "КБ "ЗЕМЕЛЬНИЙ КАПІТАЛ"	АТ "БАНК ТРАСТ- КАПІТАЛ"	Полікомбанк
АТ "АКБ "КОНКОРД"	АТ "БАНК АВАНГАРД"	АТ "КОМІНВЕ СТБАНК"	АТ "БТА БАНК"	
АТ "АЛЬТБАНК"	АТ "БАНК ФОРВАРД"	АТ "Місто Банк"	АТ "Український банк реконструкції та розвитку"	
АТ "БАНК "УКРАЇНСЬКИЙ КАПІТАЛ"	АТ "Дойче Банк ДБУ"	АТ "УКРБУДІНВ ЕСТБАНК"		
АТ "БАНК СІЧ"	АТ "КРЕДИТ ЄВРОПА БАНК"	ПуАТ "КБ "АКОРДБАНК"		
АТ "КІБ"	АТ "КРЕДИТВЕСТ БАНК"			
АТ "КРИСТАЛБАНК"	АТ "МетаБанк"			
АТ "РВС БАНК"	АТ "ОКСІ БАНК"			
АТ "СКАЙ БАНК"	АТ "ЮНЕКС БАНК"			
	АТ АКБ "Львів"			

Таблиця четвертої кластерної групи також показує відхилення від ділення, зокрема розширення кластера двох банків лідерів і одного відстає банку, і так само говорить про повний збіг кластерів протягом досліджуваного періоду.

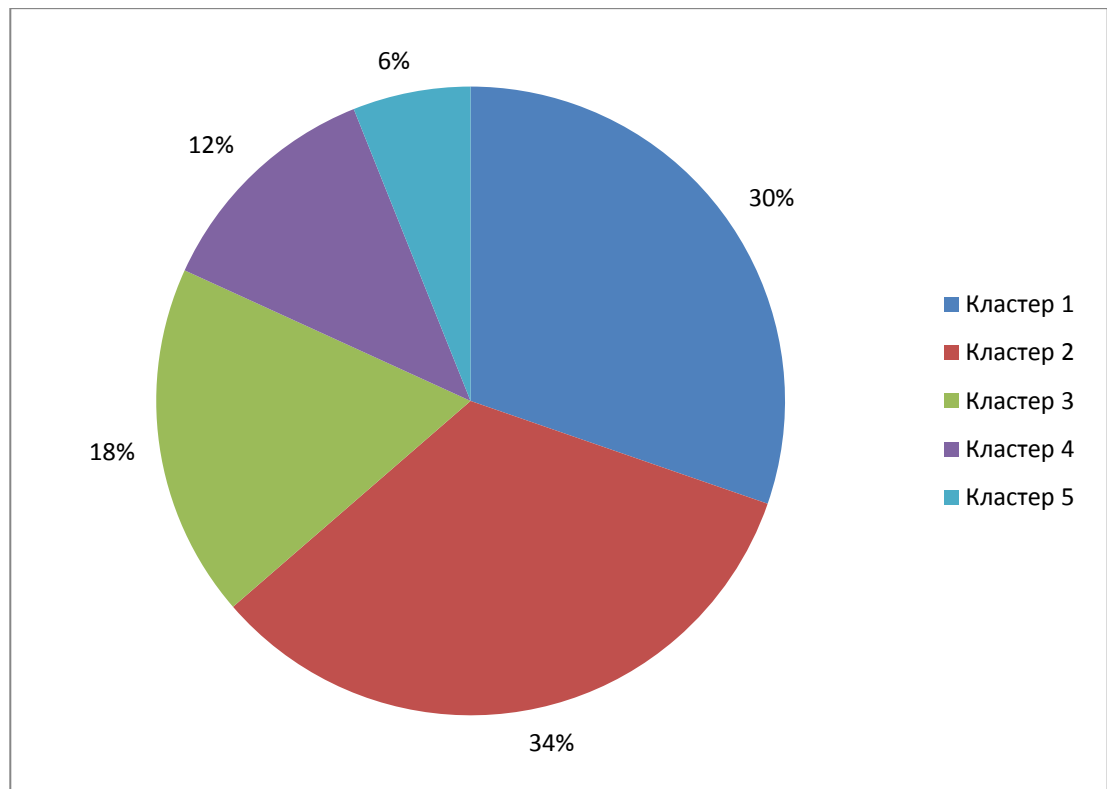


Рис. 3.22 Розподіл банків за кластерними групами

На графіку вище можна побачити відсотковий розподіл банків за кластерними групами.

В ході даної роботи було побудовано три моделі кластеризації банківського сектора, кожна з яких враховувала попередні дослідження і позбавлялася від проблем попередніх моделей.

Так само були побудовані і перевірені моделі класифікації, за допомогою яких можна оцінювати що відбуваються в банківському секторі зміни в разі зміни банком його кластера.

ВИСНОВКИ

В ході даної роботи були розглянуті основні поняття банківської системи України, структура банківського сектора, загрози для банківського сектора, а так само нормативи банківського сектора, методи кластеризації, їх критерії якості, моделі дерев рішень (random forest).

Для побудови моделі фінансової безпеки банківського сектора були побудовані три моделі кластеризації.

Модель кластеризації за всіма банківських даних. В результаті було виявлено високий вплив нормативу регулятивного капіталу, що було враховано в наступному дослідженні.

Модель кластеризації без урахування регулятивного капіталу. В результаті були виявлені нормативи LSRbb і LSRib, які повністю визначили склад кластерних груп, через що вплив інших нормативів практично не було.

Модель кластеризації з заздалегідь створеними групами за нормативом регулятивного капіталу і без урахування нормативів LSRbb і LSRib.

За результатами останньої моделі кластеризації було отримано чотири великі групи, розділені за нормативом регулятивного капіталу і дванадцять підгруп з чітко вираженими особливостями, які були охарактеризовані в даній роботі.

Серед цих в дванадцяти груп були виявлені групи, в яких значення певних нормативів не збігається з значенням, встановленим Національним банком України.

У першому підкластері середня достатність регулятивного капіталу перевищує необхідний мінімум в п'ять разів, а норматив достатності основного капіталу перевищує необхідний мінімум в три рази. Але його норматив Н7 говорить про те, що банки цієї групи найбільш сильно схильні до кредитного ризику серед усіх банків першого кластера.

У п'ятому підкластері норматив Н9 перевищують, що говорить про підвищений кредитний ризик. Так само близьким до критичного значення є норматив Л13–1, навіть сильніше, ніж у попереднього кластера, який є нормативом довгострокової ліквідності. Банки цієї кластерної групи не відповідають одному нормативу НБУ, але це ще не робить їх фінансово нестійкими.

У шостому підкластері найменші Н10, Н11, Л13–1 і Л13–2, що говорить про те, що банки даної кластерної групи найбільш стабільні в плані ліквідності та інвестування.

В окрему групу можна виділити "Банк 3/4" Н2 і Н3 якого сильно перевищують середнє значення по кожному кластеру всередині банківської групи, хоча у нього спостерігаються проблеми з Л13–1.

У дев'ятому підкластері відразу два нормативу перевищує граничне значення – Н7 та Н9, що говорить про сильний перевищенні ризиків при роботі з інсайдерами.

На основі попередніх побудованих моделей для трьох з чотирьох великих кластерів були побудовані моделі класифікації для віднесення нових банків, або зміни складу кластерів для старих банків, до однієї з восьми підгруп утворених в попередньої моделі.

Дані моделі виділили найбільш важливі нормативи для кожної кластерної групи, а саме:

для другого крупного кластеру це Н7 та Н8;

для третього крупного кластеру це Н3, Н9 та Н11;

для четвертого крупного кластеру це Н1, Н9, Л13–1.

Саме розподіл банків за допомогою моделі класифікації трохи відрізняється від результатів моделі кластеризації, що є наслідком високого ступеня перетину кластерів.

Дані моделі були застосовані на практиці для прогнозу на попередні десять місяців, показавши стабільний склад кластерів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Банківська система [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%BD%D0%BA%D1%96%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0
2. Банки України [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%BD%D0%BA%D0%B8_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8
3. Гриценко Р. А. Обеспечение экономической безопасности банковской системы [Електронний ресурс] / Руслан Андрійович Гриценко. - 503. - Режим доступу до ресурсу: <https://bankir.ru/publikacii/20050305/obespechenie-ekonomicheskoi-bezopasnosti-bankovskoi-sistemi-1378323/>
4. Звіт про фінансову стабільність, червень 2020 року [Електронний ресурс]. - 2020. - Режим доступу до ресурсу: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/FSR_2020-H1.pdf?v=4.
5. Звіт про фінансову стабільність, грудень 2019 року [Електронний ресурс]. - 2020. - Режим доступу до ресурсу: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/FSR_2019-H2.pdf?v=4
6. Звіт про фінансову стабільність, червень 2019 року [Електронний ресурс]. - 2020. - Режим доступу до ресурсу: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/FSR_2019-R1.pdf?v=4
7. Звіт про фінансову стабільність, грудень 2018 року [Електронний ресурс]. - 2020. - Режим доступу до ресурсу: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/FSR_2018R2.pdf?v=4
8. Звіт про фінансову стабільність, червень 2018 року [Електронний ресурс]. - 2020. - Режим доступу до ресурсу: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/FSR_2018R1.pdf?v=4

9. Что означают банковские нормативы [Электронный ресурс]. - 2016. - Режим доступа до ресурсу: <https://delo.ua/economyandpoliticsinukraine/hto-oznachajut-bankovskie-normativy-315858/>
10. Про схвалення Методики розрахунку уповноваженими банками лімітів відкритої валютної позиції [Електронний ресурс]. - 2020. - Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0847500-15#Text>
11. Q&A про запровадження нового нормативу короткострокової ліквідності банків LCR [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: https://old.bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=64531875&cat_id=64591009
12. Метод Уорда - Ward's method [Електронний ресурс]. - 2020. - Режим доступу до ресурсу: https://ru.qaz.wiki/wiki/Ward's_method
13. k-means clustering [Електронний ресурс]. - 2020. - Режим доступу до ресурсу: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4_k-%D1%81%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D1%85
14. Открытый курс машинного обучения. Тема 7. Обучение без учителя: РСА и кластеризация [Електронний ресурс]. - 2017. - Режим доступу до ресурсу: <https://habr.com/ru/company/ods/blog/325654/>
15. Что такое дерево решений и где его используют? [Електронний ресурс]. - 2020. - Режим доступу до ресурсу: <https://vc.ru/life/152868-hto-takoe-derevo-resheniy-i-gde-ego-ispolzuyut>
16. Python [Електронний ресурс]. - 2020. - Режим доступу до ресурсу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Python>
17. pandas [Електронний ресурс]. - 2020. - Режим доступу до ресурсу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Pandas>
18. Scikit-learn [Електронний ресурс]. - 2020. - Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Scikit-learn>

19. Панарин С. Кластерный анализ на Python [Электронный ресурс] / Сергей Панарин. - 2009. - Режим доступа до ресурсу: <https://habr.com/ru/post/79756/>
20. Обучение без учителя: 4 метода кластеризации данных на Python [Электронный ресурс]. - 2018. - Режим доступа до ресурсу: <https://proglib.io/p/unsupervised-ml-with-python/>
21. Кластерный анализ (k-means) на python [Электронный ресурс]. - 2018. - Режим доступа до ресурсу: <https://python-scripts.com/question/9803>
22. Учебник по Python. Создание модели для классификации клиентов с использованием машинного обучения SQL [Электронный ресурс]. - 2020. - Режим доступа до ресурсу: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/sql/machine-learning/tutorials/python-clustering-model-build?view=sql-server-ver15>
23. Шитиков В. К. ГЛАВА 10 Кластерный анализ [Электронный ресурс]. / В. К. Шитиков, С. Э. Мастицкий. - 2017. - Режим доступа до ресурсу: <https://ranalytics.github.io/data-mining/101-Partitioning-Algos.html>
24. Что такое кластеризация или кластерный анализ [Электронный ресурс]. - 2020. - Режим доступа до ресурсу: <https://vc.ru/marketing/114738-что-такое-klasterizaciya-ili-klasternyy-analiz>
25. Кластерный анализ [Электронный ресурс] - Режим доступа до ресурсу: https://ru.bmstu.wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7
26. Дискриминантный анализ [Электронный ресурс] // StatSoft - Режим доступа до ресурсу: <http://statsoft.ru/home/textbook/modules/stdiscan.html>
27. Шитиков В. К. ГЛАВА 6 Бинарные классификаторы с различными разделяющими поверхностями [Электронный ресурс] / В. К. Шитиков, С. Э. Мастицкий. - 2017. - Режим доступа до ресурсу: <https://ranalytics.github.io/data-mining/index.html>
28. Яконов А. Случайный лес (Random Forest) [Электронный ресурс] / Александр Яконов. - 2016. - Режим доступа до ресурсу:

<https://dyakonov.org/2016/11/14/%D1%81%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B0%D0%B9%D0%BD%D1%8B%D0%B9-%D0%BB%D0%B5%D1%81-random-forest/>

29. Штукатуров С. Реализация и разбор алгоритма «случайный лес» на Python [Электронный ресурс] / Сергей Штукатуров. - 2019. - Режим доступа до ресурсу: <https://tproger.ru/translations/python-random-forest-implementation/>
30. Открытый курс машинного обучения. Тема 5. Композиции: бэггинг, случайный лес [Электронный ресурс]. - 2017. - Режим доступа до ресурсу: <https://habr.com/ru/company/ods/blog/324402/>
31. Как работает случайный лес? [Электронный ресурс]. - 2020. - Режим доступа до ресурсу: <https://nuancesprog.ru/p/6160/>
32. Садовников П. Интересные алгоритмы кластеризации, часть первая: Affinity propagation [Электронный ресурс] / Павел Садовников. - 2017. - Режим доступа до ресурсу: <https://habr.com/ru/post/321216/>
33. sklearn.cluster.AffinityPropagation [Электронный ресурс]. - 2007. - Режим доступа до ресурсу: <https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.cluster.AffinityPropagation.html>
34. Шитиков В. К. 10.2 Иерархическая кластеризация [Электронный ресурс] / В. К. Шитиков, С. Э. Мастицкий. - 2017. - Режим доступа до ресурсу: <https://ranalytics.github.io/data-mining/102-H-Clustering.html>
35. Шитиков В. К. 2.3 Модели для предсказания класса объектов [Электронный ресурс] / В. К. Шитиков, С. Э. Мастицкий. - 2017. - Режим доступа до ресурсу: <https://ranalytics.github.io/data-mining/023-Models-for-Class-Prediction.html>
36. Нагорный О. Простые модели классификации в Python [Электронный ресурс] / Олег Нагорный - Режим доступа до ресурсу: <https://nagorny.me/courses/data-science/classification/>
37. Прияцелюк Н. Обзор самых популярных алгоритмов машинного обучения [Электронный ресурс] / Никита Прияцелюк. - 2018. - Режим

доступу до ресурсу: <https://tproger.ru/translations/top-machine-learning-algorithms/>

38. Кашнитский Ю. Открытый курс машинного обучения. Тема 4. Линейные модели классификации и регрессии [Электронный ресурс] / Юоий Кашнитский. - 2017. - Режим доступа до ресурсу: <https://habr.com/ru/company/ods/blog/323890/>
39. Шаграев А. Оценка качества кластеризации: свойства, метрики, код на GitHub [Электронный ресурс] / Алексей Шаграев. - 2020. - Режим доступа до ресурсу: <https://habr.com/ru/company/yandex/blog/500742/>
40. Тамбовцева А. Кластерный анализ: оценка качества кластеризации [Электронный ресурс] / Алла Тамбовцева. - 2018. - Режим доступа до ресурсу: https://rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com/385931_f06086a31fcd4b3ebd127ae99885c3db.html
41. Методика розрахунку економічних нормативів регулювання діяльності банків в Україні / Рішення Правління Національного банку України на 15 грудня 2017 року № 803-рш - Офіційне Інтернет-представництво Національного банку України - https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/Method_15122017_803-rsh_economic_ratios.pdf?v=4
42. Экономическая безопасность: Производство – Финансы – Банки / Под ред. В.К.Сенчагова – М.: ЗАО «Финстатинформ», 1998. – 621 с.
43. Мунтиян В.И. Экономическая безопасность Украины. Монография. Научное издание. Издательство КВИЦ, 1999. – 463 с.
44. Барановський А.І. Фінансова безпека: монографія. Інститут економічного прогнозування. – К.: Фенікс, 1999. – 338 с.
45. Арбузов С. Г., Колобов Ю. В., Міщенко В. І., Науменкова С. В. Банківська система // Банківська енциклопедія. — Київ : Центр наукових досліджень Національного банку України : Знання, 2011. — 504 с. — (Інституційні засади розвитку банківської системи України). — ISBN 978-966-346-923-2.

46. Побережный С. Н. модели и методы обеспечения банковской безопасности / С. Н. Побережный, Б. А. Дадашев, А. Л. Пластун. – Сумы: українська академія банківської справи національного банку України, 2010. – 240 с.