

ISSN 2310-2624



ВІСНИК

НАЦІОНАЛЬНОГО БАНКУ УКРАЇНИ



ЩОКВАРТАЛЬНИЙ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ
НАЦІОНАЛЬНОГО БАНКУ УКРАЇНИ

№234 Грудень 2015

ВІСНИК

НАЦІОНАЛЬНОГО БАНКУ УКРАЇНИ

№ 234

Щоквартальний науково-практичний журнал
Національного банку України
Регулярно видається з березня 1995 року

Редакційна колегія

Сологуб Д.

Голова Редакційної
колегії, заступник Голови
Національного банку України

Рашкован В.

Заступник Голови
Національного банку України

Ваврищук В.

Директор Департаменту
фінансової стабільності
Національного банку України

Городніченко Ю.

Професор Університету
Каліфорнії, Берклі, PhD

Петрик О.

Альтернативний виконавчий
директор Міжнародного
валютного фонду, доктор
економічних наук

Ніколайчук С.

Заступник Голови Редакційної
колегії, директор Департаменту
монетарної політики та
економічного аналізу
Національного банку
України, кандидат
економічних наук

Кривцов О.

Департамент міжнародного
економічного аналізу Банку
Канади, Директор, PhD

Купе Т.

Професор Київської школи
економіки,
провідний науковий співробітник
Київського економічного
інституту, PhD

**Засновник і видавець:**

Національний банк України

Редакційна колегія забезпечує
дотримання стандартів
видавничої етики

Під час передруку матеріалів,
опублікованих у журналі "Вісник
Національного банку України",
розміщення гіперпосилання на
першоджерело обов'язкове

Редакційна колегія може
публікувати матеріали в
порядку обговорення, не
поділяючи думку автора

Відповідальність за точність
викладених фактів несе автор

Відповідальні за випуск:

Роман Лисенко
roman.lysenko@bank.gov.ua,
Роман Підвисоцький
pidvisotsky@bank.gov.ua

© Національний банк України 1995–2015
Усі права захищено

Адреса: Україна, м. Київ, 01601, вул. Інститутська, 9

Дизайн і верстка:

ПрАТ "Агентство "ІНФОКОН".
Адреса: Україна, м. Київ, 01001, вул. Хрещатик, 46.
Телефон: +380 (44) 288-33-57.
www.infocon.ua

ВСТУПНЕ СЛОВО ГОЛОВИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ ЖУРНАЛУ “ВІСНИК НАЦІОНАЛЬНОГО БАНКУ УКРАЇНИ”

Шановні читачі!

Другий випуск оновленого журналу “Вісник Національного банку України” містить статті, які присвячені питанням фінансової стабільності та висвітлюють поточну роботу Національного банку України щодо забезпечення стійкості банківського сектору. 2015 рік суттєво змінив банківський ринок нашої держави – майже 30 банків було оголошено неплатоспроможними, а діючі фінансові установи зобов’язані відновити достатній рівень капіталізації впродовж наступних трьох років. Таким чином, регуляторні зусилля Національного банку спрямовані на те, щоб на ринку залишилися лише платоспроможні банки, які й визначатимуть архітектуру фінансового сектору в майбутньому. Матеріали цього номера часопису розкривають деякі аспекти роботи, що проводиться Національним банком України з метою відновлення довіри населення та бізнесу до вітчизняної банківської системи.

Відкриває грудневий випуск журналу “Вісник Національного банку України” стаття **Владислава Рашкована та Романа Корнільюка “Концентрація банківської системи України: міфи та факти”**. Аналізуючи рівень концентрації банківської системи порівняно з іншими країнами, автори оцінюють можливі потенційні ризики процесів злиття і поглинання на макроекономічному рівні. Зокрема, за результатами емпіричного аналізу, визначено, що рівень концентрації банківських активів в Україні не є суттєвим за індексом Херфіндала-Хіршмана (HHI), індексом концентрації CRn та рештою коефіцієнтів. При цьому, зважаючи на висхідну динаміку концентрації банківської системи в межах помірних, середньоєвропейських рівнів, регуляторним органам – Національному банку України та Антимонопольному комітету України – рекомендовано зосередити увагу на моніторингу та прогнозуванні можливих наслідків процесів злиття і поглинання. Також запропоновано комплекс превентивних макропруденційних заходів, спрямованих на мінімізацію негативних наслідків концентрації та досягнення оптимальної консолідації ринку.

У статті **Юлії Дюби та Анни Муріної “Підхід Національного банку України до стрес-тестування української банківської системи”** окреслено методологічне підґрунтя стрес-тестів найбільших 20 банків, проведених упродовж 2015 року відповідно до вимог Меморандуму між Україною та МВФ. Принципи методології, розробленої фахівцями Національного банку України, значною мірою відображають практику європейських центральних банків, проте також враховують й українські особливості. Зокрема пояснено, чому НБУ вирішив здійснити перевірку платоспроможності й оцінити

кредитний ризик найбільших позичальників на індивідуальній основі. Результати стрес-тестів, проведених відповідно до описаної методології, є основою програм докапіталізації банків України до 2018 року, які фінансові установи подають на затвердження регулятора.

Стаття Дмитра Pokidina “Економетрична модель Національного банку України для оцінки кредитного ризику банку та альтернативний метод опорних векторів” присвячена питанням статистичної оцінки кредитного ризику комерційними банками України. Відповідно до нормативних актів НБУ банки повинні використовувати єдину модель кредитного ризику позичальників, які оцінюються на індивідуальній основі. Таку модель розробляє регулятор із використанням статистичних даних для всього банківського сектору. У статті проаналізовано різноманітні статистичні підходи до оцінки кредитних ризиків. Особлива увага приділяється методу опорних векторів (SVM), який забезпечує високу точність оцінок, проте є складним для практичної імплементації, та моделі логістичної регресії, яку Національний банк України планує впровадити для використання протягом 2016 року.

У представлених у поточному випуску часопису матеріалах висвітлено перші кроки Національного банку України на шляху впровадження нових підходів регулювання банківського сектору, які, звичайно, потребують подальшого кваліфікованого та конструктивного обговорення. Редакційна колегія запрошує читачів журналу та фахівців у сфері банківської справи, фінансового аналізу, макропрогнозування і моделювання долучитися до розпочатої дискусії. Також запрошуємо нових авторів до публікації своїх дослідницьких матеріалів у журналі “Вісник Національного банку України”.

З повагою

Дмитро Сологуб

ЗМІСТ

Владислав Рашкован, Роман Корнилюк

Концентрація банківської системи України:

міфи та факти 6

Юлія Дюба, Анна Муріна

Підхід Національного банку України до стрес-тестування

української банківської системи 39

Дмитро Покідін

Економетрична модель Національного банку

України для оцінки кредитного ризику банку

та альтернативний метод опорних векторів 53

КОНЦЕНТРАЦІЯ БАНКІВСЬКОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ: МІФИ ТА ФАКТИ

Владислав Рашкован
Національний банк України

Роман Корнилюк
Київський національний економічний
університет ім. Вадима Гетьмана

Статтю присвячено пошуку відповідей на ряд актуальних питань: наскільки сильно концентрована банківська система України з точки зору кращих регуляторних практик і порівняно з іншими країнами? За рахунок чого підвищується концентрація протягом останніх років та чи не загрожують ці процеси конкуренції в банківській системі? Як впливатимуть процеси злиття і поглинання банків на концентрацію банківської системи? Чи повинні державні органи стимулювати консолідацію банківської системи або, навпаки, обмежувати потенційні процеси злиття та поглинання банків?

Результати емпіричного аналізу спростовують поширені міфи про ризик швидкої та надмірної концентрації внаслідок продовження консолідації ринку, про значний вплив нерівності на посилення концентрації, а також спростовують тезу про небезпеку процесу злиття та поглинання банків. Натомість виявлено, що рівень концентрації банківських активів в Україні не є суттєвим за індексом Херфіндаля-Хіршмана (HHI), індексом концентрації CRn та рештою коефіцієнтів. Водночас в умовах подальшої консолідації системи через злиття, приєднання і зниження кількості банків спостерігається висхідна динаміка в межах помірних, середньоєвропейських рівнів. Тому нові умови потребують посилення уваги банківських регуляторів до оцінки можливих наслідків концентрації. У статті надано рекомендації для Національного банку України (далі – НБУ) та Антимонопольного комітету України (далі – АМКУ) щодо вдосконалення процесів моніторингу концентрації банків, регулювання консолідаційних процесів їх злиття та поглинання. Запропоновано комплекс превентивних макропруденційних заходів для усунення негативних наслідків концентрації та досягнення оптимальної консолідації ринку.

JEL: G18, G21, G28, L1, L4

Ключові слова: банківська система, концентрація, консолідація, макропруденційне регулювання, системний ризик.

I. Вступ

Банківська система України протягом останніх двох років перебуває в стані активної структурної трансформації: кількість банків зменшується, підвищуються вимоги до прозорості діяльності банків та капіталу банку. Зниження кількості учасників ринку та посилення нерівності між ними призводять до підвищення концентрації, яка, з одного боку, сприяє зростанню ефективності та потужності банківського ринку, а з іншого – може зумовити формування олігополії чи монополії на регіональному або продуктовому ринку з багатьма негативними наслідками або ж появу банків “занадто великих, щоб збанкрутувати”. Тобто, з одного боку, концентрація генерує позитивні результати для системи та клієнтів банків, а з іншого – може створити загрози для конкуренції.

Тому поступово з предмета наукових дискусій проблема концентрації перетворюється на практичну проблему для вітчизняного фінансового регулятора. Про посилення уваги НБУ до оцінки концентрації свідчить включення індексу Херфіндаля-Хіршмана (*HHI*) зі значенням не нижче 800 за активами до переліку ключових індикаторів виконання Комплексної програми розвитку фінансового ринку України (НБУ, 2015). Оскільки цільового мінімального рівня концентрації було досягнуто в III кварталі 2015 року, постає питання встановлення додаткових параметрів максимального рівня концентрації з метою запобігання її негативним наслідкам у довгостроковій перспективі.

Паралельно з посиленням концентрації на банківському ринку України відбувається схожий процес – консолідація банківської системи. Це проявляється в зниженні кількості та збільшенні розмірів банків із частковим підвищенням регуляторних і ринкових вимог до мінімального обсягу та адекватності капіталу. Консолідаційні процеси залежно від індивідуальної стресостійкості банків та рішень топ-менеджменту фінансових установ і регулятора можуть протікати у формах виходу з ринку неплатоспроможних фінансових інституцій, активізації злиття і поглинання та нерівномірного органічного збільшення активів серед банків. Деякі з перелічених процесів, наприклад скорочення кількості банків унаслідок невідповідності нормативам НБУ, активно проходять в Україні з початку 2014 року, об'єднувальні процеси та посилення позицій найбільших банків мають певний потенціал до активізації в майбутньому.

Проте навіть активна консолідація не завжди спроможна викликати суттєве посилення концентрації. Відповідно консолідація за одних умов може обмежуватися досягненням позитивних результатів лише окремими банками, за інших – стати причиною реалізації позитивних (чи негативних) наслідків концентрації. Щоб зрозуміти, до яких результатів може привести консолідація, про яку йдеться в пункті А.6 (xi) Комплексної програми розвитку фінансового ринку України, зокрема “удосконалення законодавства щодо злиття учасників фінансового сектору”, бажано спочатку визначити: а) що таке консолідація?; б) як виміряти концентрацію? в) які взаємозв'язки між ними існують?

Для відповіді на ці запитання було проведено ретроспективне дослідження динаміки ряду індикаторів концентрації банків протягом 1998–2015 років, а також порівняльний аналіз рівня банківської концентрації в Україні та інших країнах світу. Обговорюються відмінності в рівнях концентрації та конкуренції банків на різних ринках банківських продуктів, а також глибинні причини зростання індексів концентрації в процесі очищення і трансформації банківської системи України. Розглянуто проблематику різної чутливості індексів концентрації до кількості банків, консолідаційних процесів, а також структурних змін у банківській системі, зумовлених різною швидкістю органічного зростання та капіталізації фінансових інституцій.

Мета статті – комплексно оцінити тенденції, причини та можливі масштаби посилення концентрації банківської системи України, а також на основі отриманих результатів надати рекомендації для фінансового регулятора щодо вдосконалення моніторингу концентрації банків і регулювання консолідаційних процесів злиття та поглинання банків.

Структура статті. Розділ II присвячено огляду літератури. В розділі III описано теоретичні підходи до вивчення процесів консолідації та концентрації, міститься низка припущень, покладених в основу дослідження. В розділі IV розкривається методична інформація про те, як виміряти рівень концентрації. В розділі V подаються основні емпіричні результати, що дають відповіді на запитання:

1. Чи концентрована банківська система України?
2. Внаслідок чого зростає концентрація в 2014 – 2015 рр.?
3. Наскільки концентрований банківський ринок України порівняно з іншими країнами?
4. Який рівень концентрації окремих ринків банківських продуктів?
5. Як вихід банків може вплинути на концентрацію?
6. Чи потрібно регуляторам обмежувати подальші злиття?

Розділ VI складається з рекомендацій для НБУ та АМКУ на основі зіставлення теоретичних висновків, міжнародного досвіду та отриманих емпіричних результатів. **Розділ VII** містить загальні висновки.

II. Огляд літератури

Проблематика консолідації та концентрації банківських систем активно досліджувалася зарубіжними вченими протягом кількох останніх десятиліть. Зацікавленість дослідників і регуляторів цією темою пов'язана з процесами дерегуляції, глобалізації, інтеграції ринків фінансових послуг, а пізніше – з вагомим впливом транснаціональних банків, що виникли внаслідок консолідації, на особливості розгортання глобальної фінансової кризи 2007 – 2009 рр.

Глибокий аналіз методологічних підходів до розрахунку індексів концентрації та нерівності зроблено в працях *Tirole (1988)*, *Hay (1991)*, *Florian (2014)*, *Hall & Tideman (1967)*, *Atkinson & Micklewright (1992)*, *Jacquemin (1975)*, *Hirschman (1964)*. Межі діапазонів значень для *HHI* визначено в міжнародних нормативно-правових актах щодо горизонтального злиття *EC (2004)*, *U.S. (1992, 2010)*. Історичний огляд процесів консолідації та концентрації зарубіжних банківських систем можна знайти в працях *Pohl et al. (2001)*, *Калашнікова (2007)*, *Kozak (2013)*.

Позитивні результати концентрації банківського ринку у вигляді підвищення ефективності галузей вивчали *Tirole (1988)*, *Hay (1991)*, *Berger (2000)*. Вони наголошували, що концентрація спроможна підвищувати дохідність банків завдяки дії ефекту масштабу, вищому рівню контролю над цінами та кращим можливостям диверсифікації, що відкриваються для більших за розміром банків. Як свідчать результати емпіричних досліджень, висока концентрація сприяє прибутковим фірмам у доступі до ринків боргового капіталу. Більшість учених погоджується, що концентрація банківського капіталу – глобальний тренд, який викликає такі позитивні ефекти, як зростання ефективності, диверсифікація ризиків, зниження собівартості й підвищення якості продуктів.

Тестуванню негативних наслідків концентрації присвячено широкий напрям емпіричних досліджень щодо взаємозв'язку між концентрацією та фінансовою стійкістю. *De Nicolo et al. (2003)* виявили, що консолідація підвищує ризики для великих конгломератних фінансових інституцій, а надмірно концентровані банківські ринки мають вищий рівень системного ризику. На глобальному рівні такий зв'язок “concentration-fragility” досліджували *Beck et al. (2007)*, *Allen&Gale (2004)*, *Claessens&Laeven (2003)*; на основі даних ЄС – *Pawlowska (2015)*, *Fiordelisi (2009)*, *Ijtsma (2015)*; Азії – *Abbasoglu (2007)*, *Yaldiz (2010)*, *Rath et al. (2014)*. У рамках банківської системи України наукові дослідження консолідаційних процесів, концентрації та ринкової структури проводили вчені *Stephan et al. (2012)*, *Прозоров (2003)*, *Корецька (2014)* та інші.

Тісно пов'язаний із питаннями банківської концентрації пласт літератури на тему великих банків: *De Nicoló et al. (2003)*, *Haldane (2012)*, *Laeven et al. (2014)*, *Vickers (2012)*, *Liikanen (2012)*. Підвищення рівня концентрації, особливо якщо це відбувається внаслідок посилення нерівності, може перетворити найбільші банки у “занадто великі, щоб збанкрутувати” (“Too Big To Fail”). Такі банки не сприяють конкуренції, схильні до підвищеного морального ризику, надмірної ризикової активності, порушень усталеної ринкової дисципліни і здатні чинити тиск на органи державної влади.

Великий інтерес до питань капіталізації, концентрації та консолідації присутній у наукових працях на тему оптимального розміру і структури банківського ринку. Так, у своїй статті *Santomero et al. (2000)*, відповідаючи на запитання “чи існує оптимальний розмір фінансового сектору?”, приходять до висновку, що висококапіталізовані банки спроможні краще виконувати свою ключову роль на замовлення своїх кредиторів (вкладників) – функції моніторингу за кредитоспроможністю позичальників. Із цього випливає значення банківського капіталу і регулювання його адекватності для забезпечення ефективної інтермедіації перетікання кредитних ресурсів від сектору домогосподарств до реального сектору економіки.

Amable et al. (2002), обговорюючи питання пошуку оптимальної структури банківського ринку, звертають увагу на роль злиття і поглинання як субститутів банкрутств у процесі трансформації банківської системи, а також порівнюють особливості впливу високої концентрації олігопольного та низької концентрації конкурентного банківських ринків на їхню фінансову стійкість. Серед важливих досліджень консолідації можна виділити наукові праці *Group of Ten (2001)* щодо всебічного аналізу причин і наслідків консолідації ринків фінансових послуг, *English (2002)* щодо її впливу на монетарну політику, *Uhde (2009)* щодо впливу консолідації на фінансову стабільність у Європі. Ключові теорії мотивів злиття і поглинання (синергетична теорія, агентська теорія вільних грошових потоків і теорія гордині), а також ряд емпіричних досліджень щодо їхнього тестування детально розглянуто в книзі *Рудик, Семенкова (2000)*.

III. Теоретичні припущення

Концентрація та консолідація відіграють ключову роль у багатьох емпіричних дослідженнях, однак досі потребують чіткого формулювання з огляду на розбіжності в трактуванні понять. У цій статті ми дотримуємось дефініції *Group of Ten (2001)*, згідно з якою консолідація *передбачає підвищення контролю за ресурсами галузі шляхом зниження кількості ключових фірм або зниження конкурентної боротьби*. Таким чином, консолідація стає наслідком процесів, які також називають її формами: а) об'єднувальної реорганізації (злиття та приєднання) наявних банків, б) зростання обсягів лідерів ринку, в) виходу з ринку слабших інституцій. Ми робимо це уточнення, оскільки часто поняття “консолідація” вживається у вузькому значенні на індивідуальному рівні й означає виключно злиття і поглинання банків.

Під поняттям “концентрація” мається на увазі *ринкова (галузева) концентрація, що означає розподіл ринкових часток*. У нашому випадку досліджується ринок банківських послуг, основною характеристикою обсягів якого є активи банків (у загальному випадку), тоді як для обчислення концентрації продуктових сегментів банківського ринку (наприклад, кредитного чи депозитного) використовуються інші відповідні показники.

Консолідація і концентрація тісно пов'язані. Причому концентрацію розглядають як результат, певний маркер консолідаційних процесів, а також як один із факторів, що визначає рівень конкуренції в банківській системі та її фінансову стійкість. Можливість посилення концентрації робить твердження про позитивний ефект від консолідації не зовсім очевидним, що потребує аргументованого доведення, оцінки побічних наслідків і донесення результатів до громадськості. По-перше, необхідно розрахувати кількісно діапазон посилення концентрації після скорочення банків, що і зроблено в цій статті. По-друге, не заперечуючи наявності позитивних ефектів від скорочення кількості банків, варто зіставити їх із можливими загрозами для системи. Чи не призведе консолідація до надмірної концентрації, яка загрожуватиме монополізації сектору? Як консолідація впливає на посилення нерівності? До яких наслідків може призвести зростання бар'єрів для входження нових учасників? Для цього спробуємо розрахувати ефект від консолідації сектору на його концентрації з початку 2014 року і порівняємо його з ефектом посилення нерівності – зростання неоднорідності ринкових часток учасників ринку.

Hay (1991) розглядає концентрацію як одну з трьох первинних характеристик ринкової структури на рівні з економією від масштабу та диференціацією продукту, які залежно від комбінації визначають тип ринку. Так низькі значення всіх трьох компонентів указують на структурні ринкові умови, подібні до досконалої конкуренції. За низьких значень масштабу і концентрації галузі, але високої диференціації продукту виникає тип монополістичної конкуренції з певним рівнем свободи в ціноутворенні. Високий ефект масштабу та концентрація ринку без продуктової диференціації свідчать про однорідну олігополію, а поєднання максимальних значень усіх трьох параметрів веде до встановлення монополії чи диференційованої олігополії, що мінімізує цінову і посилює нецінову конкуренцію шляхом формування лояльності до брендів через маркетингові, рекламні заходи та створення унікальних лінійок продуктів.

Унаслідок високої концентрації на банківському ринку, крім цінових переваг олігополії від економії на масштабі, може сформуватися додатковий бар'єр для входу, що перешкоджатиме проникненню на ринок нових банків, яким доведеться нести суттєві витрати, щоб завоювати лояльність клієнтів. Крім цього, висока концентрація в поєднанні з продуктовою диференціацією підвищують імовірність кооперації та змови між головними учасниками олігополії, що в поєднанні з високими бар'єрами для входу спроможні підвищити норму і маржу прибутку для банків, однак можуть мати негативний ефект для решти стейкхолдерів банківської системи.

Сучасні теорії ринкової концентрації ґрунтуються на літературі такого напрямку економічної думки, як “нова емпірична галузева організація” (*New Empirical Industrial Organization, NEIO*), що складається з емпіричного тестування гіпотез на основі використання агрегованих галузевих даних або ж індивідуальних даних на рівні фірм. Як було вже зазначено вище, згідно з методологією *NEIO* рівень конкуренції на ринку не завжди залежить виключно від рівня концентрації, а передбачає врахування таких ринкових характеристик, як динаміка бар'єрів для входу та інтенсивність виходу фірм (*Pawłowska, 2015*). Таким чином, зміна рівня конкуренції на банківському ринку відбувається в основному через два канали: консолідацію та регуляторні вимоги, в тому числі щодо капіталу, які встановлюють бар'єри для входу нових учасників.

Зауважимо, що під час вимірювання концентрації активів банківського ринку нами було зроблено такі припущення про:

1) *недиференційованість продуктів*, адже продуктова диференціація навіть за низької концентрації може зумовлювати утворення сегментованої монополії чи олігополії;

2) *рівномірний географічний розподіл відділень*. Таким чином абстрагуємося від можливості існування регіональних чи локальних монополій, ризик появи яких об'єктивно мінімізується з розвитком і поширенням інтернет-банкінгу;

3) *відсутність змови і стратегічних альянсів між банками*, що де-факто підвищує рівень концентрації, оскільки банківські союзи мають більші ринкові частки. Для подальших досліджень і моніторингу бажано враховувати факт, що точніше вимірювання концентрації не повинно обмежуватися юридичними рамками тих банків, які діють у єдиних стратегічних цілях і мають спільних чи пов'язаних власників.

Через труднощі з використанням вітчизняних емпіричних рядів даних на шляху до адекватної оцінки впливу концентрації на конкуренцію, прибутковість чи фінансові ризики ми обмежимося аналізом причин та прогнозами майбутніх рівнів банківської концентрації в Україні. Розрахунок залежності між концентрацією та фінансовою стабільністю не є предметом нашого дослідження, бо точно оцінювати вплив концентрації на ризики та ефективність банківської системи не дають змоги відносно короткі ряди емпіричних даних, сильна циклічність і значно вагоміший вплив інших факторів. При визначенні потенційних позитивних і негативних наслідків концентрації надалі спиратимемося на теоретичні висновки представників мейнстріму економічної науки та кращі регуляторні практики щодо розуміння рівнів низької чи загрозової концентрації. У своїх припущеннях ми відштовхуємося від загально визнаних теоретичних і емпіричних результатів, нормативно затверджених в антимонопольному законодавстві ЄС та США. Згідно з висновками авторів більшості досліджень і логікою регуляторних актів низька концентрація несумісна з монополією, однак знижує ефективність банківської системи. Крім того, надмірна концентрація загрожує негативними ефектами від монополізації і водночас стимулює зростання ефективності.

IV. Методологія і дані

Як можна виміряти рівень концентрації банківського ринку? Для цього існує широкий ряд методів та індикаторів, кожен з яких має свої плюси й мінуси. Проте перед вибором найефективніших індексів концентрації нам слід зробити серію додаткових припущень, відповівши на загальні запитання щодо якості базових даних (*Hay, 1991*):

- 1) який метод класифікації одиниць бізнесу краще використовувати на ринку банківських послуг?
- 2) як вимірювався розмір кожного банку?
- 3) як визначається сумарний обсяг банківського ринку (загального/депозитного/кредитного)?

По-перше, досліджуваний ринок включатиме банки, показники яких щоквартально публікувались у статистичних випусках про дані фінансової звітності банків України. Теоретично кредитні спілки, ломбарди, фінансові компанії, компанії зі страхування життя можуть бути конкурентами банків і впливати на індекси концентрації окремих ринків депозитних і кредитних продуктів. Проте з огляду на нестачу довгих рядів часових даних (а також мізерну ринкову частку) до складу кредитного і депозитного ринку не включався сегмент парабанківських фінансових посередників.

По-друге, для оцінки розміру кожного банку (i) на початок кварталу (t) використовувалися дані про обсяг активів ($assets_{it}$), а для обчислення частки банку на окремих продуктових ринках – обсяг наданих кредитів і залучених депозитів у розрізі ритейлового і корпоративного банківського бізнесу (відповідно: ret_loans , $corp_loans$, ret_dep , $corp_dep$). Допоміжними базовими показниками в розрахунку концентрації можуть бути балансовий чи статутний капітал, однак їхнє використання часто спотворює фактичну структуру ринку через можливість від'ємних значень власного капіталу або варіації частки статутного фонду в балансах залежно від внутрішньої політики банків щодо формування капіталу.

По-третє, обсяги ринку ми обчислювали як суму відповідних показників фінансової звітності кожного банку на початок кварталу. Так загальний обсяг банківського ринку за активами:

$$A_t = \sum_{i=1}^n assets_{it}. \quad (1)$$

Тоді s_{it} – ринкова частка i -го банку на дату t :

$$s_{it} = \frac{assets_{it}}{A_t} \times 100\%. \quad (2)$$

З огляду на високу сумарну частку неплатоспроможних (де-факто виведених із ринку) банків до розрахунку обсягу ринку за три квартали 2015 року не включалися банки, в яких запроваджено тимчасову адміністрацію. У попередні періоди обсяг ринку розраховувався для всіх банків, наявних у звітності НБУ. Тому наші сумарні значення показників можуть несуттєво відхилятися від деяких агрегованих офіційних даних, утім, це не впливає на точність дослідження.

Для вимірювання концентрації в банківських системах було використано традиційні індикатори, котрі довели свою ефективність, однак не позбавлені як слабких, так і сильних сторін. Перерахуємо найпопулярніші з них.

1. Індекси концентрації:

– **CR_n (*n-firm Concentration Ratio*)** – індекс концентрації для n фірм – сумарна частка n найбільших банків на ринку:

$$CR_n = \sum_{i=1}^n s_i, \quad (3)$$

де s_i – ринкова частка i -го банку, n – кількість найбільших банків, проранжованих за ринковою часткою у порядку спадання. Найпопулярнішими індексами концентрації є $CR3$, $CR4$, $CR5$, $CR8$ і $CR10$. Сукупність індексів CR_n на дату t для всього ряду $n \in (1; k)$, де k – кількість діючих банків на ринку, утворює криву концентрації. За допомогою кривої концентрації можна розрахувати обернений до CR показник, котрий рідше використовується: кількість банків, на які припадає задана у відсотках частка ринку s ;

– **HHI (*Herfindahl-Hirschman index*)** – індекс Херфіндаля-Хіршмана – сума піднесених до квадрата ринкових часток кожного банку системи, тобто:

$$HHI = \sum_i s_i^2, \quad (4)$$

де s_i – ринкова частка i -го банку. З огляду на наявність індивідуальних даних щодо кожного банку системи авторами розраховано “повноцінні” HHI , тоді як в умовах нестачі даних допускається їхнє обчислення на основі показників ТОП-50 фірм досліджуваного ринку. Згідно з оновленими у 2010 році вимогами антимонопольного законодавства США ринок вважається конкурентним, якщо $HHI < 1\,500$; помірно концентрованим за $1\,500 < HHI < 2\,500$; висококонцентрованим, якщо $HHI > 2\,500$ (*US, 2010*). До 2010 року в США офіційний діапазон для помірно концентрованого ринку був нижчим: від 1 000 до 1 800 (*US, 1994*), в ЄС аналогічний норматив нині становить від 1 000 до 2 000 (*EC, 2004*);

– ***Hannah-Kay index*** – інші споріднені з HHI індекси концентрації виду:

$$R = \sum_i s_i^\alpha, \quad (5)$$

де s_i – ринкова частка i -го банку; α – параметр еластичності, значення якого зумовлює вагу, що надається найбільшим банкам порівняно з найменшими. Якщо $\alpha = 0$, то $R = \max(i)$, тобто концентрацію визначає лише кількість банків на ринку, а фактор нерівності нехтується. Якщо α зростає, вагомість впливу великих банків на значення індексу концентрації суттєво посилюється, що може мати сенс, якщо дослідження фокусується на аспекті нерівності банків. Більшість науковців використовує стандартне значення $\alpha = 2$, за якого $R = HHI$ (*Hay, 1991*). Різновидами цього індексу є THI (*Hall-Tideman Index*), ECl (*Entropy Concentration Index*) тощо (*Jacquemin, 1975*).

2. Показники нерівності – традиційно використовуються для вимірювання концентрації, оскільки вказують на нерівномірність розподілу ринкових часток – нерівність, котра разом із низькою кількістю банків на ринку може стати причиною значної концентрації. Проте сама нерівність не залежить від кількості учасників ринку, тому вона лиш опосередковано визначає концентрацію:

– **Gini Coefficient** – коефіцієнт Джині – індикатор нерівності розподілу обсягів банків, що виводиться з кривої Лоренца (див. рис. 4). За рівномірного розподілу активів між усіма банками на ринку крива Лоренца мала б вигляд діагоналі одиничного квадрата. За зростання нерівності між банками вона набуває опуклої форми під діагоналлю рівномірного розподілу і показує залежність між p – часткою кількості банків, упорядкованих за зростанням активів, та $L(p)$ – кумулятивною ринковою часткою цих банків. Коефіцієнт Джині дорівнює відношенню площі фігури між кривою та діагоналлю до загальної площі трикутника. Максимальне значення коефіцієнта $Gini = 1$ свідчить про абсолютну нерівність, коли один найбільший банк володіє всіма активами системи; мінімальне значення $Gini = 0$ коефіцієнт набуває за умови абсолютної рівності банків;

– **Atkinson index** – індекс Аткинсона – група коефіцієнтів нерівності, до складу яких входить параметр чутливості (ϵ), зміна якого в діапазоні від 0 до нескінченності дає змогу зміщувати фокус аналізу на особливості розподілу найменших учасників ринку (Atkinson, 1992). Ми розраховували індекс Аткинсона як допоміжний показник зі стандартним параметром $\epsilon = 0.5$;

– **GE (Generalised Entropy index)** – коефіцієнт ентропії – група показників нерівності, що містять заданий компонент чутливості (α), збільшення якого підвищує чутливість $GE(\alpha)$ до нерівномірностей розподілу серед найбільших банків системи. У цій праці $GE(0.5)$, де $\alpha = 0.5$;

– **Theil index** – коефіцієнт Тейля – частковий випадок коефіцієнта ентропії:

$$Theil = GE(1) = \sum_i s_i \log s_i. \quad (6)$$

– **Var (Variation coefficient)** – коефіцієнт варіації – відношення стандартного відхилення активів (або інших показників розміру банків) до середнього арифметичного розподілу обраних показників.

– σ^2 – дисперсія логарифмів розмірів банків – стандартне відхилення логарифмів у квадраті. HNI можна виразити у вигляді функції від кількості банків (n) та дисперсії ринкових часток (σ^2), що для певного значення HNI утворюють криву однакової концентрації (Hay, 1991):

$$HNI = n\sigma^2 + \frac{1}{n}. \quad (7)$$

Очевидно, що показники нерівності типу дисперсії, варіації або Джині є радше додатковими, ніж повноцінними мірами концентрації, оскільки не враховують кількості банків на ринку. Так коефіцієнт Джині дорівнюватиме нулю для систем з як із 2, так і з 200 однакових за розміром банків, незважаючи на більшу концентрованість першого варіанта структури ринку. З іншого боку, зміни неоднорідності ринкової структури дають змогу краще зрозуміти причини зростання або зниження концентрації, оскільки, як видно з формули (7), у поєднанні з приростом кількості банків визначають її динаміку.

Наведені вище коефіцієнти стали ключовими індикаторами під час проведення описового аналізу панельних і крос-секційних даних, спрямованих на повне розуміння динаміки концентрації на ринках банківських продуктів, а також відносних значень концентрації порівняно з країнами ЄС. Методики решти емпіричних досліджень описано в рамках параграфів, де попередньо обчислені коефіцієнти концентрації та нерівності виступали в ролі як залежних, так і незалежних індикаторів.

Для більшості емпіричних розрахунків використано дані НБУ, які містять індивідуальні показники квартальної фінансової звітності банків за період із 01.01.1998 до 01.10.2015. Додатково використовувалися дані Європейського центрального банку щодо HNI і $CR5$ окремих країн ЄС станом на 01.01.2015.

V. Емпіричні результати

1. Чи концентрована банківська система України?

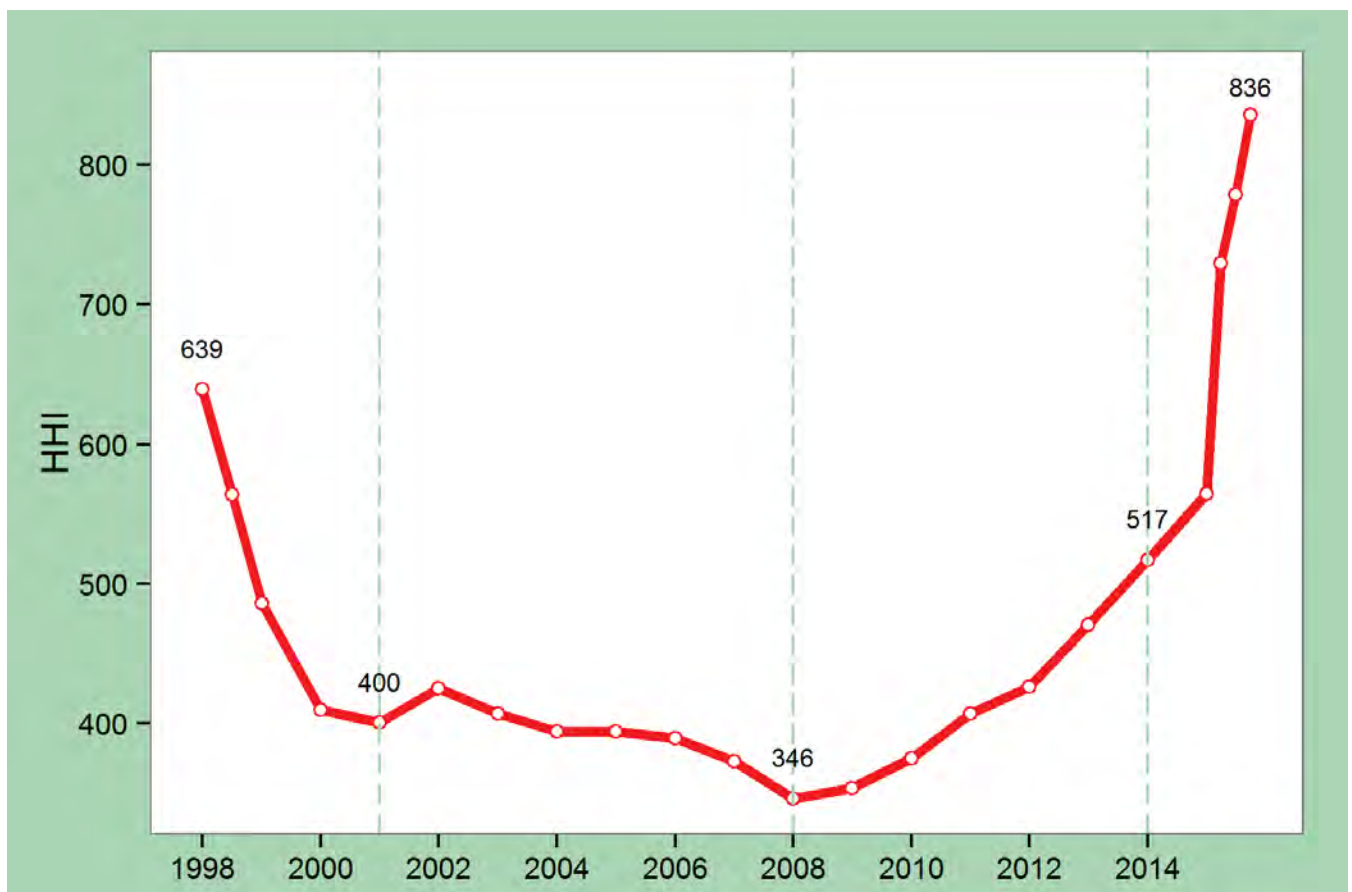
Першим завданням емпіричного дослідження, після виконання якого можна буде перейти до наступних етапів деталізації та прогнозування, є вимірювання актуального рівня концентрації активів банківського ринку України, а також її динаміки за минулі десятиліття. В цілому великі фірми на концентрованому ринку схильні до

неконкурентної поведінки, що є джерелом системного ризику згідно з так званою парадигмою “структура – поведінка – результат” (*structure – conduct – performance*). Саме тому зростання концентрації за *HHI* більш ніж на 100 пунктів в умовах висококонцентрованого ринку ($HHI > 2\,500$) і 200 пунктів для помірно концентрованого ($1\,500 < HHI < 2\,500$) свідчить про суттєве підвищення ринкової сили згідно з антимонопольним законодавством США щодо горизонтального злиття (*U.S., 2010*). За європейськими вимогами, в умовах високої концентрації ($HHI > 2\,000$) критична межа безпечного для конкуренції приросту *HHI* становить 150 пунктів, тоді як за помірної концентрації ($1\,000 < HHI < 2\,000$) загрозливим вважається рівень приросту понад 250 (*EC, 2004*).

Тому для спростування міфу про загрозові рівні концентрації, який поширюється разом із її зростанням, ми протестували гіпотезу щодо низького рівня концентрації банківської системи України, розрахувавши основні індикатори концентрації та нерівності.

Про низьку концентрованість банківського ринку України свідчать результати розрахунків *HHI*: в період із 01.01.1998 до 01.10.2015 середнє значення *HHI* становило 454 пункти, стандартне відхилення показників – 119. Наприкінці III кварталу 2015 року *HHI* сягнув максимального значення – 836. Утім, загальна банківська концентрація в Україні досі лишається низькою як із точки зору жорсткіших нормативів ЄС (1 000), так і з точки зору більш м’яких у США (1 500), що сприяє лібералізації ринку злиття і поглинання (див. рис. 1).

Рисунок 1. Динаміка *HHI* за активами банківської системи України з 01.01.1998 до 01.10.2015



У динаміці рівнів концентрації банківської системи України явно простежується чотири фази:

1) 1998 – 2001 рр. – різке падіння *HHI* з 639 до 400 унаслідок переформатування структури ринку і згладжування нерівності в результаті серії випадків ліквідації, злиття і поглинання, зростання середніх приватних банків з одночасним зменшенням частки ринку попередніх лідерів – пострадянських банків;

2) 2002 – 2007 рр. – поступове зниження індексу до рівня 346. Припускаємо, що ключовим драйвером було посилення ринкових позицій банків “середнього ешелону”, в тому числі внаслідок розвитку роздрібного банкінгу та приходу іноземного капіталу;

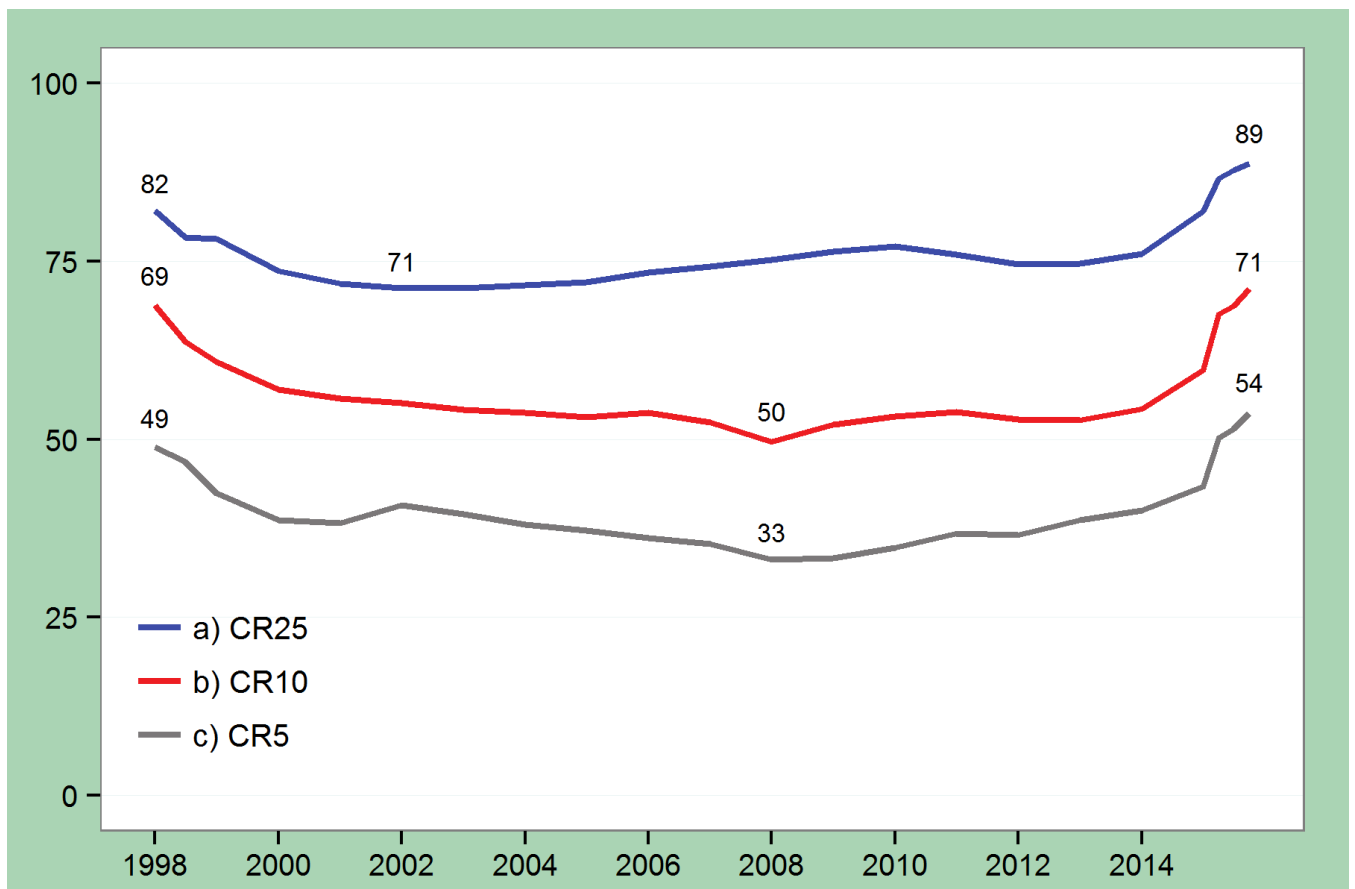
3) 2008 – 2013 рр. – посилення концентрації до $HHI = 517$ після хвилі ліквідацій за результатами кризи та збільшення ринкової частки лідерів ринку;

4) 2014 – 2015 рр. – прискорення темпів зростання індексу і досягнення максимального значення $HHI = 836$ у результаті закриття понад 60 банків на етапах очищення і трансформації банківської системи.

Як бачимо, динаміка рівнів концентрації в Україні не збігається з фазами економічного циклу, оскільки фінансова криза в 2008 – 2009 рр. характеризувалася мінімальними рівнями HHI , а в 1998 р. і 2014 – 2015 рр. – локальними максимумами. Навіть якби кореляція між нестабільністю і концентрацією була виявлена, її не варто інтерпретувати як свідчення причинно-наслідкового зв'язку, оскільки існує чимало додаткових факторів, які незалежно впливали на концентрацію та економічне зростання. Кореляція зовсім не означає наявності зв'язку, тим паче, якщо висновок робиться на основі однієї країни без залучення ширшої транскордонної вибірки.

Аналогічні тренди зниження і посилення концентрації з переломним моментом у 2008 році підтверджує динаміка простіших показників концентрації CRn (див. рис. 3). На кінець третього кварталу 2015 року зафіксовано максимальні значення $CR3 = 45\%$, $CR5 = 53\%$, $CR10 = 71\%$ (див. табл. 1). Як бачимо, останніми роками концентрація ринку посилюється, хоча порівняно з країнами ЄС є поки невисокою.

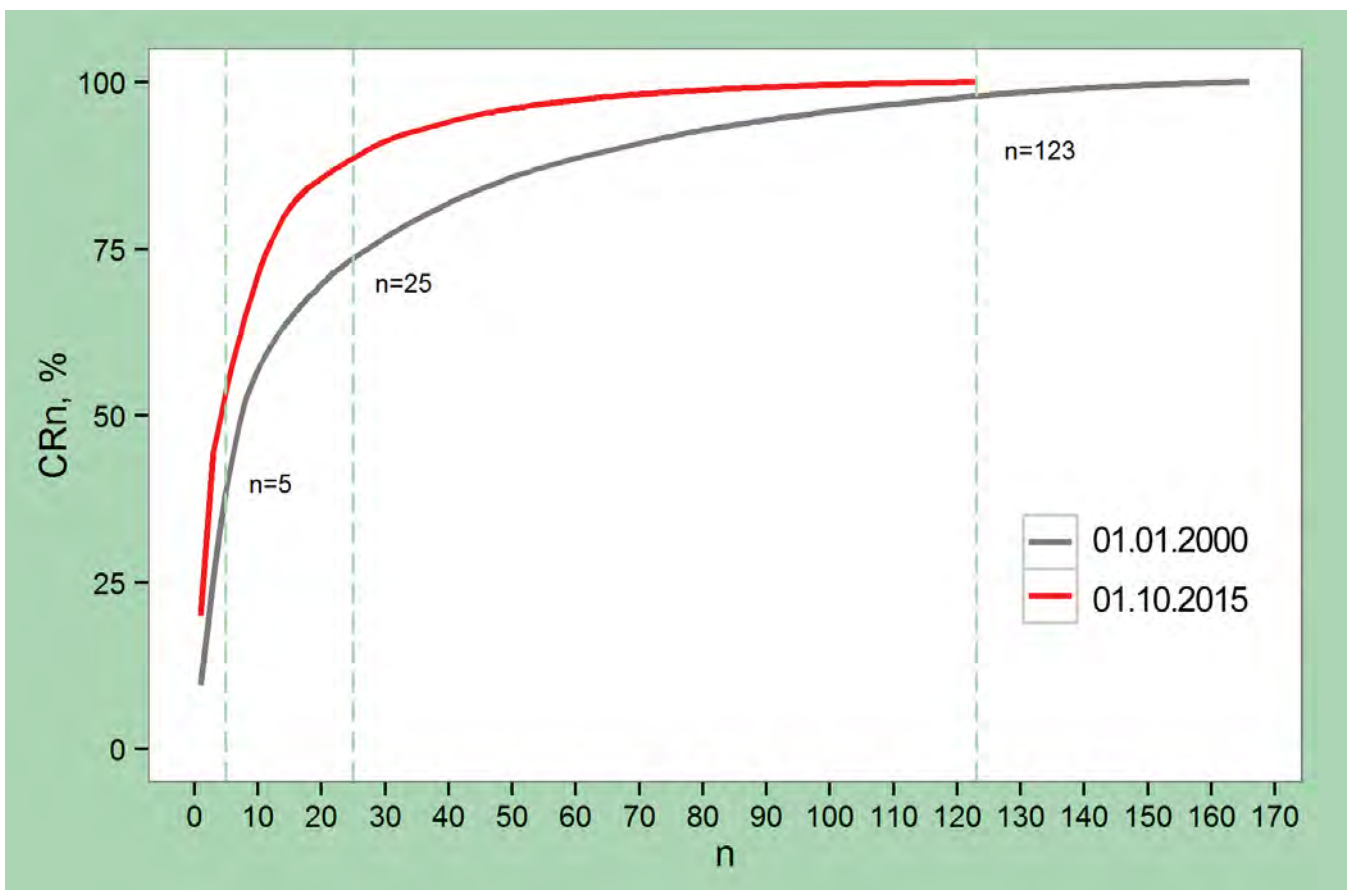
Рисунок 2. Динаміка показників концентрації за активами банківської системи України



Варто звернути увагу на розширення спреду між $CR10$ і $CR25$ з початку 1998 до 2008 року, яке підтверджує нашу здогадку про вплив посилення ринкового потенціалу банків “середнього ешелону” на падіння концентрації, адже посилення цього прошарку учасників ринку згладжувало наявну нерівність між найбільшими та малими банками. Після глобальної фінансової кризи ця різниця почала скорочуватися, викликаючи обернений ефект посилення концентрації. Зіставивши отримані емпіричні результати, можна стверджувати, що динаміка HHI корелює зі значеннями CRn (за умови $n < 10$).

Про посилення банківської концентрації за період 2000 – 2015 рр. свідчить і збільшення кривизни кривої концентрації з одночасним її переміщенням угору (див. рис. 3). Ключовими факторами приросту, по-перше, стало посилення ролі п’яти лідерів ринку з вітчизняним (у тому числі державним) капіталом, що зумовило підйом кривої по лінії $n = 5$.

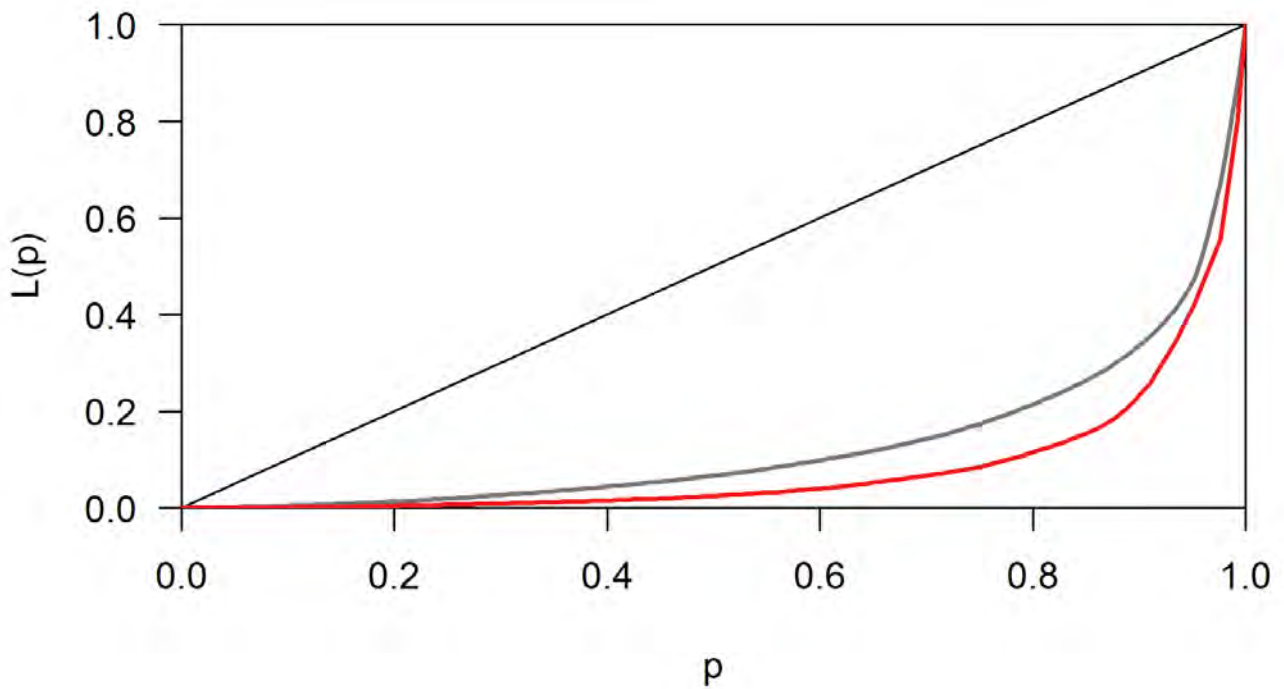
Рисунок 3. Криві концентрації активів банківської системи України станом на 01.01.2000 і 01.10.2015



По-друге, відбулося набагато масштабніше зростання кумулятивної ринкової частки банків II - III груп за класифікацією НБУ, що призвело до максимального посилення концентрації ТОП-25 банків. Крім розширення прошарку великих банків, у ході формування банківської системи зник “хвіст” із найменших банків, які слабо впливали на рівень концентрації, про що свідчить близькість кривих по лінії $n = 123$. Отже, консолідація внаслідок виходу з ринку найменших банків мала незначний вплив на концентрацію.

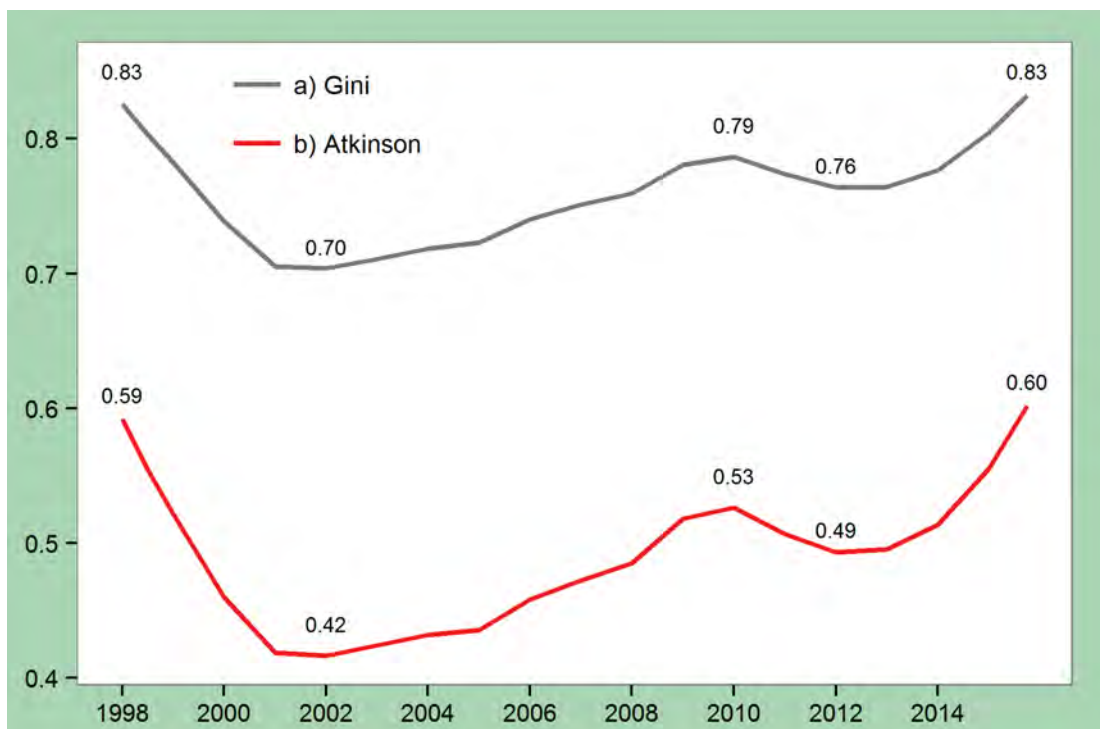
Про певне посилення нерівності серед банків України свідчить зміна форми кривої Лоренца в часі (див. рис. 4). Чим вищий рівень її кривизни, тим більшою стає нерівність розподілу активів між банками, виражена коефіцієнтом Джині. В нашому випадку $Gini$ зростав із 0.74 станом на початок 2000 року до 0.83 на 01.10.2015 (див. табл. 1). Максимальне зростання відбулося в загальній частці перших 10% банків.

Рисунок 4. Криві Лоренца для активів банківської системи України станом на 01.01.2000 (чорна крива) і 01.10.2015 (червона крива)



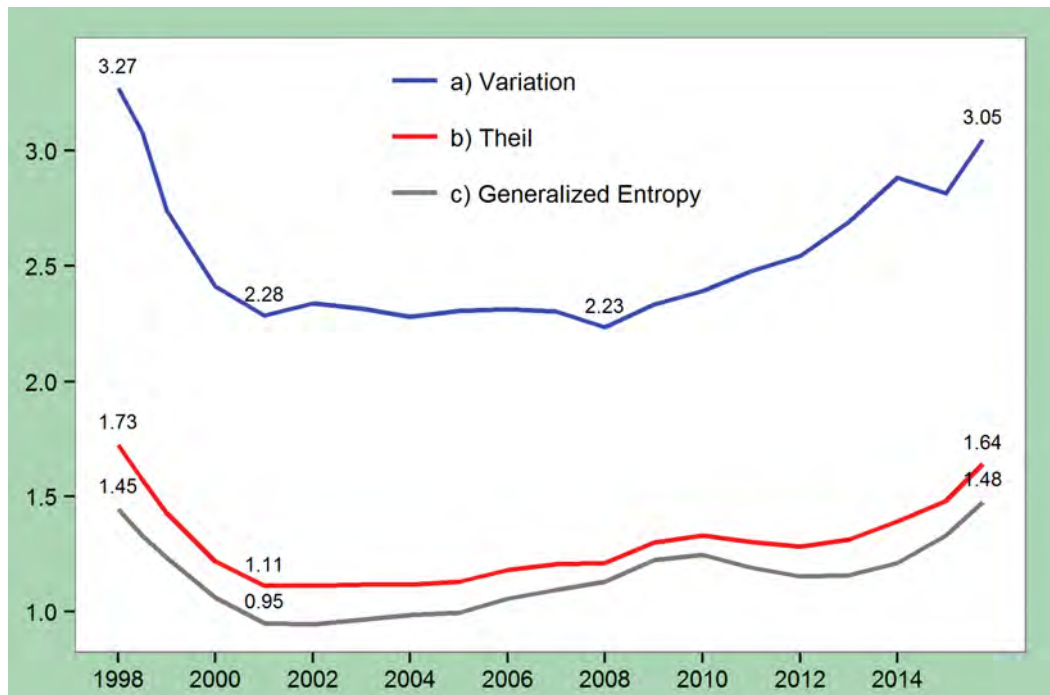
Попри загальну схожість, траєкторія руху показників нерівності мала певні відмінності від динаміки індикаторів концентрації. За винятком варіації, посилення нерівності в структурі ринку розпочалося вже на другій фазі, одночасно зі зниженням концентрації, триваючи з 2001- до 2010 років (див. рис. 5, 6).

Рисунок 5. Динаміка коефіцієнтів Джині та Аتكінсона за активами



Після незначного трирічного зниження з 01.01.2013 нерівність по системі, виражена індексами Джині, Аткінсона, Тейля та генералізованої ентропії, починає підвищуватися, наближаючись до історичних максимумів 1998 року (див. табл. 1).

Рисунок 6. Динаміка коефіцієнтів ентропії, Тейля і варіації за активами



Підсумовуючи результати ретроспективного аналізу, можна стверджувати, що гіпотеза про низьку концентрацію банківської системи України підтверджена. Це є сигналом про відсутність бар'єрів для консолідації. Однак банківська система України рухається в напрямку мінімального порогу зони помірної концентрації, яка передбачатиме дещо вищий рівень моніторингу горизонтального злиття та приєднання. Для точнішої інтерпретації значень показників банківської концентрації в Україні доцільно провести додатковий порівняльний аналіз з аналогічними показниками країн ЄС.

2. Унаслідок чого зростає концентрація у 2014 - 2015 рр.?

В експертних дискусіях можна зустріти міф про концентрацію внаслідок зростання лідерів ринку, особливо найбільшого і двох державних банків, а також загального посилення нерівності на ринку в процесі очищення банківської системи. Для глибшого розуміння справжніх причин динаміки концентрації під час кризових процесів 2014 - 2015 рр. нами проведено додатковий факторний аналіз. Метою аналізу була оцінка відносної вагомості для зростання *HHI* двох ключових факторів:

- 1) виходу банків із ринку внаслідок віднесення до категорії неплатоспроможних;
- 2) посилення нерівності серед банків, які залишилися на ринку.

Протестуємо гіпотезу, згідно з якою концентрація БСУ після 01.01.2014 зростала через скорочення кількості учасників, а не збільшення нерівності серед банків.

Для розрахунку чистого впливу на *HHI* процесу скорочення кількості банків протягом 2014 р. – 9 місяців 2015 р. зафіксуємо сталу кількість банків n , вибравши із загальної сукупності банків на початок 2014 року лише ті, котрі лишилися платоспроможними станом на 01.10.2015. Для отриманої сукупності майбутніх платоспроможних банків розрахуємо гіпотетичні значення ринкових часток на початок банківської кризи:

$$S_i^* = \frac{assets_{it}^*}{A_t^*}, \quad (8)$$

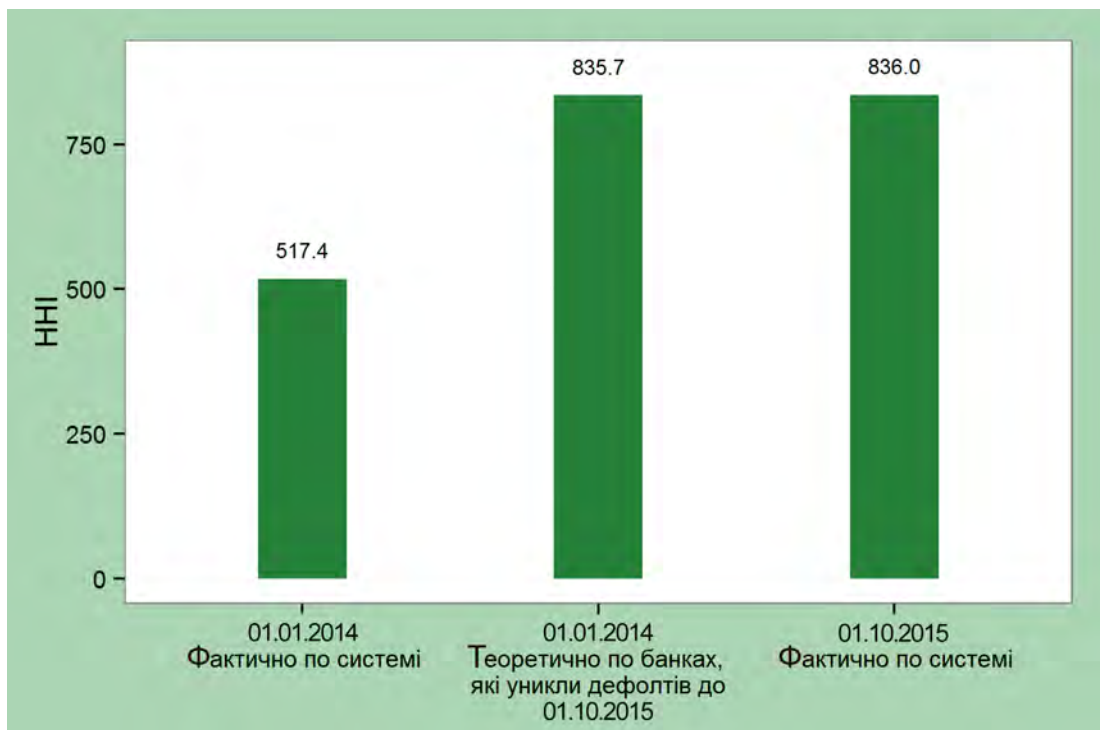
де $t = 01.01.2014$,

$assets_{it}^*$ – активи і-го банку, який залишився платоспроможним після кризи станом на 01.10.2015,

A_t^* – сумарна кількість активів станом на 01.01.2014 для сукупності банків, платоспроможних станом на 01.10.2015.

Очевидно, що за умови відсутності банків, у яких пізніше було запроваджено тимчасову адміністрацію, гіпотетичні ринкові частки платоспроможних банків були б вищими за фактичні значення станом на 01.01.2014. Для виявлення ролі фактора нерівності нас цікавить, якими були індикатори концентрації гіпотетичної банківської системи на початку 2014 року порівняно з останніми фактичними значеннями наприкінці III кварталу 2015 року (див. табл. 2).

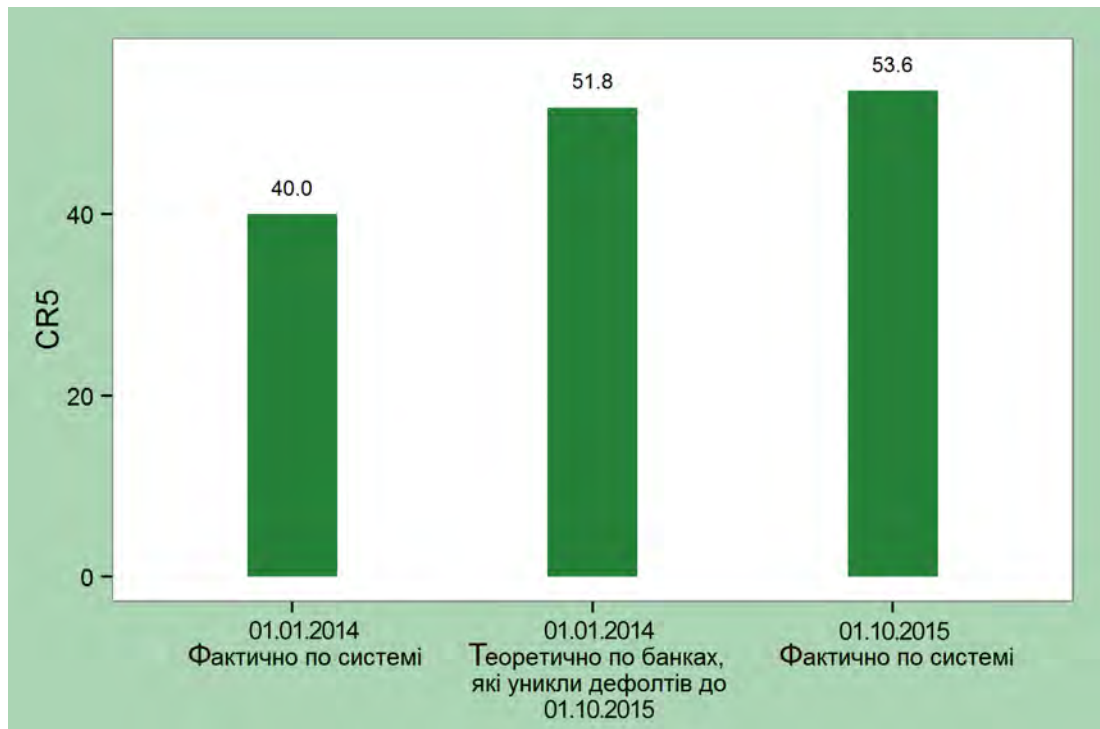
Рисунок 7. Зростання *HHI* з 01.01.2014 до 01.10.2015



Як свідчать розрахунки, ключовим фактором концентрації виявився вихід проблемних банків із ринку (скорочення n), тоді як нерівність розподілу активів (σ^2) серед підгрупи діючих банків практично не змінилася. Концентрація серед групи банків, які пізніше виявилися здоровими, до і після кризи була практично ідентичною. *HHI* для такої гіпотетичної вибірки, очищеної від ефекту зниження n , становив 835.7, що всього на 0.3 пункту нижче від фактичного значення 836.0 на 01.10.2015. Результати факторного аналізу свідчать, що зростання фактичної концентрації за *HHI* за період із 01.01.2014 до 01.10.2015 на 318.32 пункту (+99.9%) було викликане зменшенням кількості банків, тоді як ефект змін у нерівності становив 0.1%.

Як бачимо, ключовим фактором концентрації був вихід банків із ринку (скорочення n), зростання частки ТОП-5 банків в активах підгрупи постійно діючих банків було незначним. Вплив зниження кількості банків на приріст коефіцієнтів концентрації CR4, CR 5, CR 10, CR 25 коливався в діапазоні 80 – 85%, тоді як посилення ринкових позицій найбільших банків, що пережили кризу, вплинуло всього на 15 – 20% (див. табл. 2). Різний вплив непов'язаних із виходом структурних змін у збільшення значень *HHI* та показників концентрації пояснюється особливістю індексів концентрації CR_n , а саме їхньою нечутливістю до динаміки ринкових часток середніх і дрібних банків. *HHI* позбавлений цього недоліку, комплексно показуючи рівень роздробленості та нерівності загалом по системі.

Рисунок 8. Зростання індексу CR5 з 01.01.2014 до 01.10.2015



Зростання показників нерівності Джині, Аткінсона, ентропії, Тейля відбувалося в тому числі й у підгрупі здорових банків. Ефект від внутрішніх структурних змін становив 40 – 45%, тоді як вихід банків із ринку вплинув на приріст коефіцієнтів нерівності на 55 – 60%. Утім, загальне посилення нерівності по системі після структурних змін не було значним: індекс Джині зріс на 7% (до 0.83), коефіцієнт Аткінсона – на 17% (до 0.6).

Складність інтерпретації трансформаційних процесів у банківському секторі України полягає в різних темпах динаміки як індексів концентрації, так і коефіцієнтів нерівності для підгрупи здорових банків. Проте ці відмінності є несуттєвими порівняно з консолідаційним впливом на посилення концентрації фактора зниження кількості учасників ринку, що зумовило 99.9% приросту *HHI*. Отже, **гіпотеза про визначальний вплив виходу банків із ринку підтверджена, а міф про значний внесок посилення нерівності у зростання концентрації спростовано.**

3. Наскільки концентрований банківський ринок України порівняно з банківськими ринками країн ЄС?

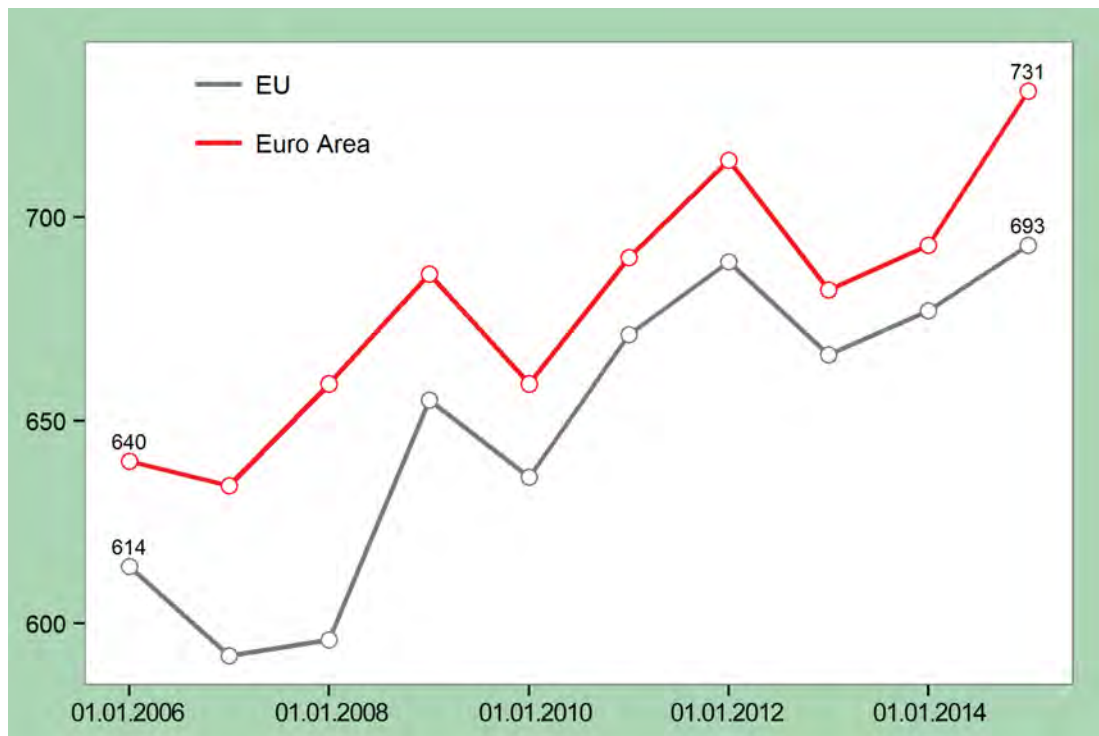
Точніша інтерпретація даних із динаміки концентрації та нерівності у банківській системі України потребує зіставлення вітчизняних показників з аналогічними коефіцієнтами інших країн світу. Адже остаточне спростування міфу про загрозу концентрації можливе за умови її порівняння не лише із нормативними, а й із фактичними закордонними показниками. Так, за нашою гіпотезою, банківський ринок України недостатньо концентрований порівняно з європейськими країнами.

Для порівняння розрахованих значень концентрації з європейськими було використано дані про рівень *HHI* та *CR5* країн ЄС станом на 01.01.2015 (*ECB, 2015*). Згідно з даними ЄЦБ ринкова концентрація в Європі продовжує висхідний рух, розпочатий у докризовому періоді (див. рис. 9). Зростання індексів концентрації в ЄС, як і в Україні, зумовлене в основному зниженням кількості кредитних інституцій.

До країн, у яких банківські сектори максимально концентровані, належать Естонія, Греція, Нідерланди, тоді як найменш концентрованими є банківські системи Німеччини, Люксембургу, Фінляндії, Австрії та Італії.

При цьому нинішнє посилення концентрації в Європі відбувається внаслідок консолідаційних процесів у Франції,

Рисунок 9. Динаміка банківської концентрації (*HHI*) в Єврозоні та ЄС



Джерело: ECB, 2015.

Німеччині та Іспанії, які традиційно мають більш фрагментовані банківські системи із сильними секторами ощадних та кооперативних банків. Менші за розміром країни ЄС (за винятком Австрії, Ірландії та Люксембургу) мають значно вищі, ніж Україна, показники концентрації (див. рис. 10).

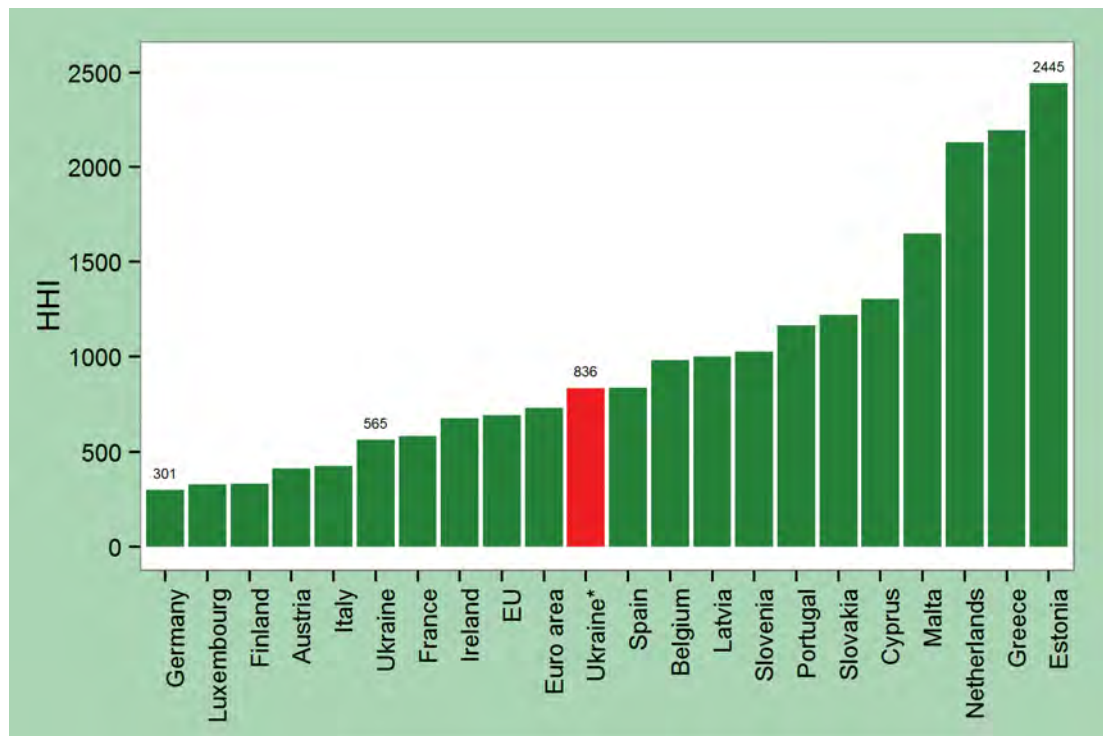
Проведений описовий аналіз крос-секційних даних свідчить, що на початок 2015 року концентрація в Україні була нижчою за її середньоєвропейський рівень. Навіть нинішні історичні максимуми *HHI* в Україні на фоні багатьох країн ЄС є цілком прийнятними. Разом із тим український індекс *HHI* перевищив тогочасні середньоєвропейські значення, що свідчить про необхідність пильнішої регуляторної уваги до консолідаційних процесів і розробки превентивних інструментів, котрі сприятимуть позитивним змінам, зокрема зростанню ефективності і доступності кредиту з одночасною мінімізацією системного ризику і захистом прав споживачів фінансових послуг.

Загалом на початок 2015 року ринкова концентрація (виміряна часткою активів п'яти найбільших банків – *CR5*) варіювалася від 95% у Греції до 32% у Німеччині та Люксембурзі. З точки зору зміни *CR5* протягом 2008 – 2014 рр. банківський сектор має тенденцію до підвищення концентрації в багатьох країнах ЄС, особливо тих, у яких відбуваються глибокі процеси банківської реструктуризації: Греції, Іспанії, Мальті, Литві тощо. Концентрація в інших більших економіках, таких як Німеччина та Італія, зросла за цей час, тоді як концентрація в Естонії, Бельгії та Словенії знизилася (ECB, 2015).

Різномірною динамікою концентрації в країнах ЄС свідчить про те, що європейський тренд із посилення концентрації не є повністю однозначним, а зростання усереднених показників було значною мірою зумовлене більшою вагою національних економік із позитивним приростом, а також значним потенціалом для концентрації з огляду на історичну фрагментованість їхніх банківських систем.

Причини високого приросту банківської концентрації в Україні, як і в ФРН та Італії, також пов'язані з низькими стартовими рівнями і значними можливостями для зростання, темпи якого можуть суттєво знизитися після входження до зони помірної концентрації. Тому помилкою буде пряма екстраполяція нинішніх темпів концентрації банківського ринку України на майбутні періоди.

Рисунок 10. Рівень концентрації банківських систем країн Європи (ННІ), 01.01.2015



*Дані по Україні станом на 01.10.2015.

Україна за сумарною часткою активів п'яти найбільших банків знову опинилася нижче від загального показника по ЄС, однак протягом року істотно піднялася в ренкінгу. За підсумками III кварталу 2015 року вітчизняний показник CR5 вищий за відповідний індекс концентрації банківського ринку країн Єврозони на початку 2015 року (див. рис. 11).

Як бачимо, банківський ринок України не настільки концентрований за активами, як ринки багатьох країн ЄС, при цьому середньоевропейського рівня концентрації вже досягнуто.

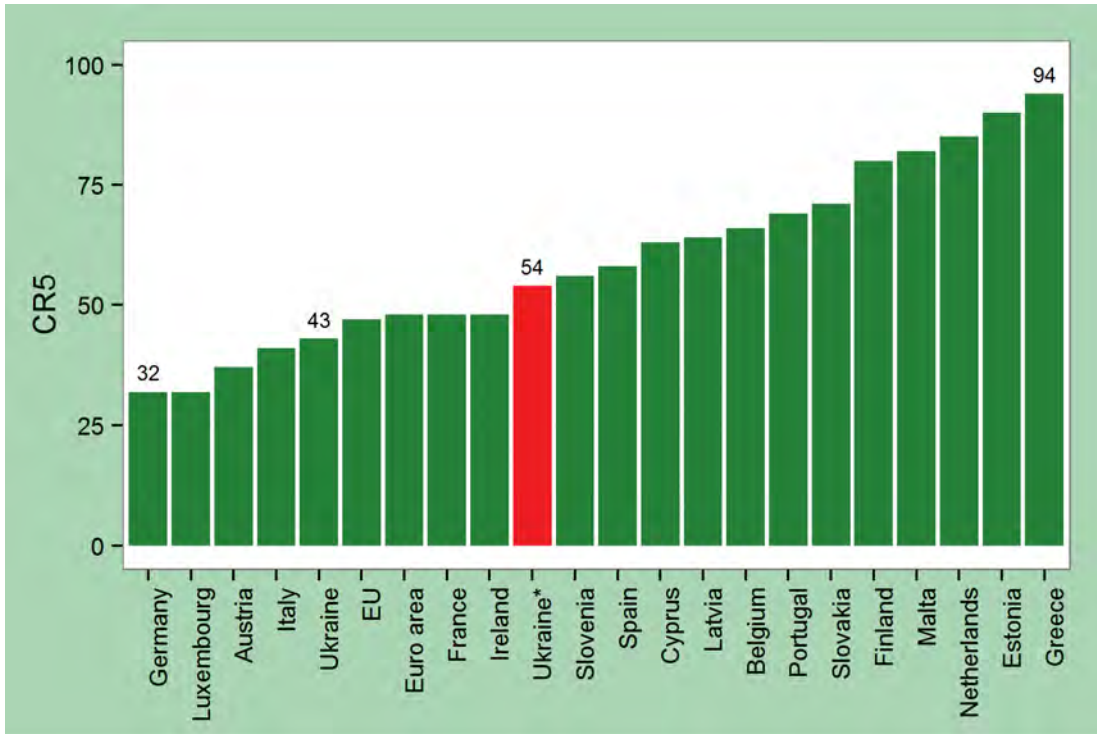
4. Який рівень концентрації окремих ринків банківських продуктів?

Перший висновок, до якого підштовхує незначний рівень загальної банківської концентрації України, такий: виходить, у жодних діях регулятора поки що немає потреби? Позитивна відповідь на це запитання буде дещо передчасною з огляду на відмінності в рівнях концентрації окремих ринків банківських продуктів. Цей міф доречніше назвати похибкою узагальнення, оскільки часто експерти схильні оцінювати концентрацію банківського ринку загалом, без розбивки на продукти. Тому перевіримо гіпотезу про те, що концентрація на ринках окремих банківських продуктів України все-таки відрізняється від загальної.

Як було зазначено в методологічній частині дослідження, об'єктивний аналіз передбачає додаткове вивчення концентрації в рамках окремих продуктивних ринків, оскільки спеціалізація і фокусування робить теоретично можливим формування так званої сегментованої монополії (*segmented monopoly*) навіть у банківських системах із низькою концентрацією.

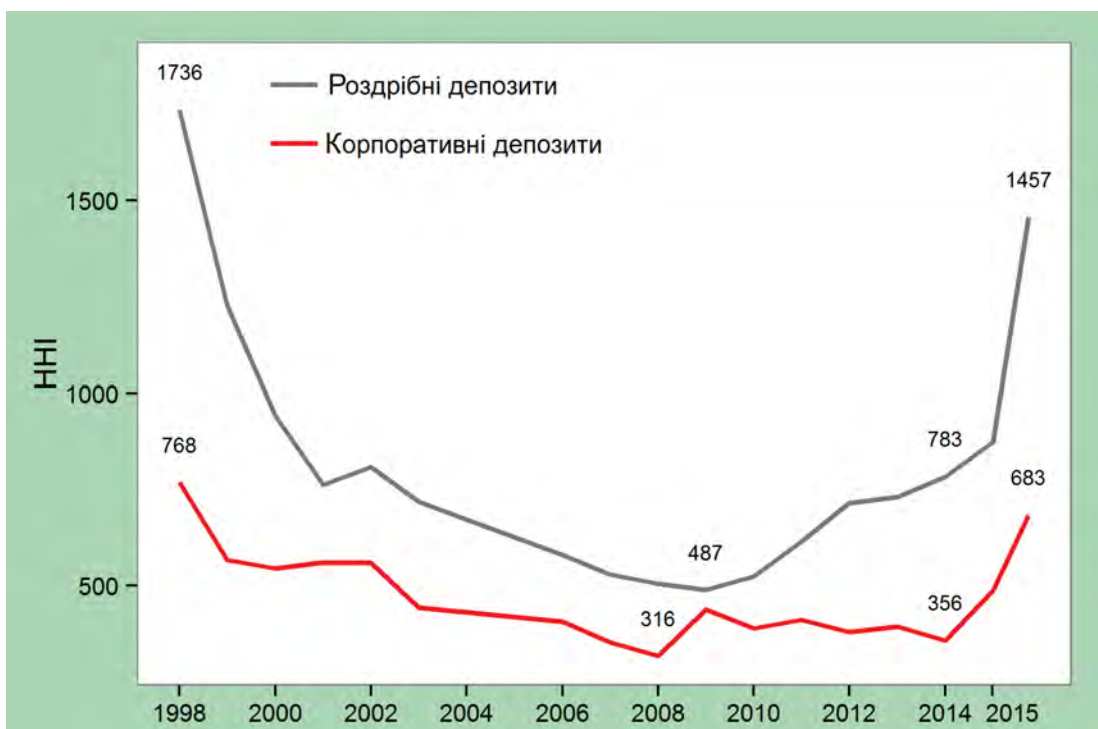
За результатами розрахунків, ринкова частка найбільшого банку України суттєво відрізняється на корпоративному та ритейловому сегментах депозитного і кредитного ринків. Цей факт, а також відмінності в загальній чисельності банків-конкурентів на різних сегментах призводять до суттєвих відхилень значень "продуктових" показників концентрації. Проілюструємо наявні відмінності на прикладі динаміки ННІ для ринку банківських депозитів фізичних осіб. Як бачимо на рис. 12, загальний рівень концентрації роздрібно-депозитного ринку вищий порівняно з показниками ринку вкладів юридичних осіб. Це пов'язано зі значною кількістю банків із корпоративною спеціалізацією.

Рисунок 11. Індекси концентрації активів ТОП-5 банків (CR5) країн Європи на 01.01.2015



*Дані по Україні станом на 01.10.2015.

Рисунок 12. Динаміка ННІ на ринку роздрібних та корпоративних депозитів



Прихід банків із ритейловими бізнес-моделями в ході формування банківської системи України і втрата домінантних ринкових позицій великих пострадянських фінансових інституцій призвели до різкого зниження концентрації ринку депозитів фізичних осіб із 1 736 наприкінці 1990-х до 940 на початку нового століття. Рівень концентрації знижувався і далі, але щоразу повільнішими темпами, досягнувши мінімальної позначки 487 у розпал глобальної фінансової кризи в 2009 році.

Запровадження понад 90 тимчасових адміністрацій за підсумками криз 2008 – 2009 і 2014 – 2015 рр. призвело до різкого скорочення варіантів депозитних продуктів на ринку, а наявний ефект “збирання вершків” (*cherry – picking effect*) окремими банками з огляду на зниження рівня довіри до більшості фінансових установ посилює нерівномірність обсягів зібраних вкладів у решті наявних банків. Як наслідок спостерігаємо підвищення *HHI* для ринку ритейлових вкладів до 1 457 на 01.10.2015. Відповідний показник концентрації ринку корпоративних вкладів удвічі нижчий і дорівнює 683 (див. табл. 3).

Такі тенденції в динаміці концентрації різних сегментів депозитного ринку підтверджують індекси CR_n , зокрема CR_5 , відображений на рис. 13. Відмінності в рівнях концентрації різних сегментів кредитного ринку менш суттєві, ніж на ринку банківських вкладів (див. рис. 14). Значне зниження концентрації ринку ритейлових кредитів відбулося в період 2006 – 2012 років – гіпотетично, внаслідок докризового буму автомобільних та іпотечних кредитів, викликаного активністю європейських банків і наступного посткризового нарощування часток окремих вітчизняних і російських банків на ринку споживчого мікrokредитування.

Рисунок 13. Динаміка індексів концентрації CR_5 за активами та сегментами депозитного ринку

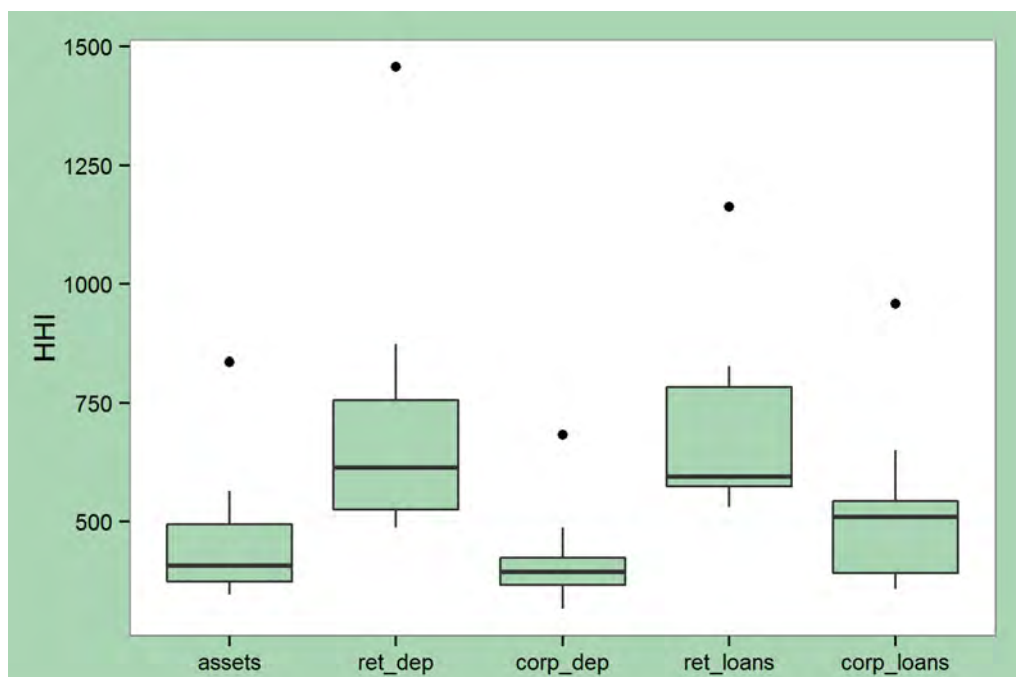


Загальний розподіл історичних значень *HHI* за різними продуктами, що відображений на рис. 15, свідчить про вищу концентрацію ринків роздрібних банківських продуктів. Індекс *HHI* для депозитів і кредитів фізичних осіб протягом 2015 року ввійшов до зони помірної концентрації за стандартами ЄС, ринок корпоративних кредитів наближається до відмітки 1 000, а ринок корпоративних вкладів залишається низькоконцентрованим (див. табл. 3). Отже, фінансовому регулятору в процесі моніторингу доречно більшу увагу приділяти ринку банківського ритейлу, який має схильність до вищої концентрації, ніж ринок у цілому. А консолідаційні процеси на роздрібному ринку зумовлять більші зміни в концентрації.

Рисунок 14. Динаміка *HHI* на ринку роздрібних та корпоративних кредитів



Рисунок 15. Розподіл історичних значень *HHI* на ринках банківських продуктів, 2005 – 2015 рр.



Допускаємо, що подальша сегментація банківського ринку за різними підвидами продуктів може показати ще суттєвіші відмінності в концентрації, проте таке детальніше дослідження неможливо провести на основі публічних даних. Те саме можна сказати про решту ринків банківських продуктів непроцентного характеру. Спираючись на відкриті дані, припускаємо, що існують ознаки надмірної концентрації окремих сегментів ринку банківських платежів.

Наприклад, за умови, що ринкові частки банків розподілені пропорційно до кількості таких нефінансових показників, як емітовані активні платіжні картки, встановлені банкомати та інше, можна отримати такі значення індексу *HHI*: 3 062 (кількість активних платіжних карток), 3 372 (мережа банкоматів), 4 163 (мережа торговельних платіжних терміналів).

Таким чином, перш ніж робити висновки на основі загальних агрегованих даних щодо концентрації активів чи капіталу або ж загального обсягу кредитів чи депозитів без деталізації за видами, слід звертати увагу на проблематику меж ринків банківських послуг та структурних особливостей нерівності.

5. Як вихід банків із ринку може вплинути на концентрацію?

Ретроспективний аналіз засвідчив, що вихід банків із ринку як форма системної консолідації є ключовим фактором посилення концентрації протягом останніх років. У зв'язку з цим виникають підстави для виникнення міфу про те, що продовження процесу очищення банківської системи зумовить значне посилення концентрації в майбутньому, навіть якщо нинішні її рівні є низькими або помірними. *Проте наша гіпотеза полягатиме в тому, що вихід із ринку малих і середніх банків слабо впливатиме на рівень концентрації в майбутньому.*

У цьому контексті виникає практична задача оцінки впливу скорочення кількості банків на рівень концентрації. За допомогою методу Монте-Карло розраховуємо межі приросту індексів концентрації банків в Україні внаслідок продовження тенденції до зниження кількості активних банків після запровадження тимчасової адміністрації.

Нехай орієнтир цільової кількості банків після зниження: $k = 100$. Попередньо зробимо ряд припущень для симулятивної моделі виходу банків.

– Існує два періоди: до виходу банків (t) і після виходу ($t + 1$).

– Нехай $t = 01.10.2015$, тоді загальна кількість платоспроможних банків на ринку становить $n = 123$.

– Кількість виведених банків у майбутньому періоді дорівнює $n_{def} = n - k = 123 - 100 = 23$.

– Ринок у періоді ($t + 1$) втратить активи ліквідованих банків, вони не перейдуть у власність діючих фінансових інституцій.

– Обсяг активів кожного діючого банку залишається незмінним станом на t та ($t + 1$).

А. Припустимо, що ймовірність ліквідації однакова для всіх банків системи незалежно від розміру.

Шляхом формування 10000 випадкових вибірок банків, кожна з яких налічує k із n , наявних у періоді t , розраховуємо 10000 варіантів майбутнього розподілу ринкових часток у банківській системі України. Для кожного отриманого набору ринкових часток, які показують можливі майбутні структури ринку, обчислимо значення потенційних індикаторів концентрації. З метою виявлення стандартної похибки дослідження проведемо кілька серій аналогічних симуляцій.

Статистичні характеристики отриманих результатів щодо діапазону можливих значень *HHI* та *CR5* відображено в табл. 4, а також проілюстровано на рис. 16.

Як свідчать результати, максимально можливі й дуже малоімовірні значення *HHI* після скорочення банків до 100 становитимуть менше ніж 1 800, не досягаючи нижньої межі зони високої концентрації (за умов сталості обсягу активів та відсутності злиття і поглинання). У середньому *HHI* зростає до 1 007, *CR5* – до 58%. При цьому можливі малоімовірні варіанти зниження індексів концентрації відповідно до 458 і 38% (див. таблицю 4).

Зауважимо, що багато отриманих гіпотетичних комбінацій, особливо тих, що стосуються одночасної ліквідації багатьох системних банків при збереженні малих, не мають економічного сенсу, тому необхідно враховувати ймовірність банківських дефолтів, яка історично вища для малих фінансових установ.

Б. Припустимо, що з ринку виходитимуть лише малі банки IV групи за класифікацією НБУ.

У такому разі формування 10 000 випадкових вибірок (*subsampling*) спочатку відбуватиметься в межах групи малих

Рисунок 16. Розподіл значень концентрації активів унаслідок зниження кількості банків до 100 (симуляція 50 000 можливих варіантів виходу банків загалом по системі)

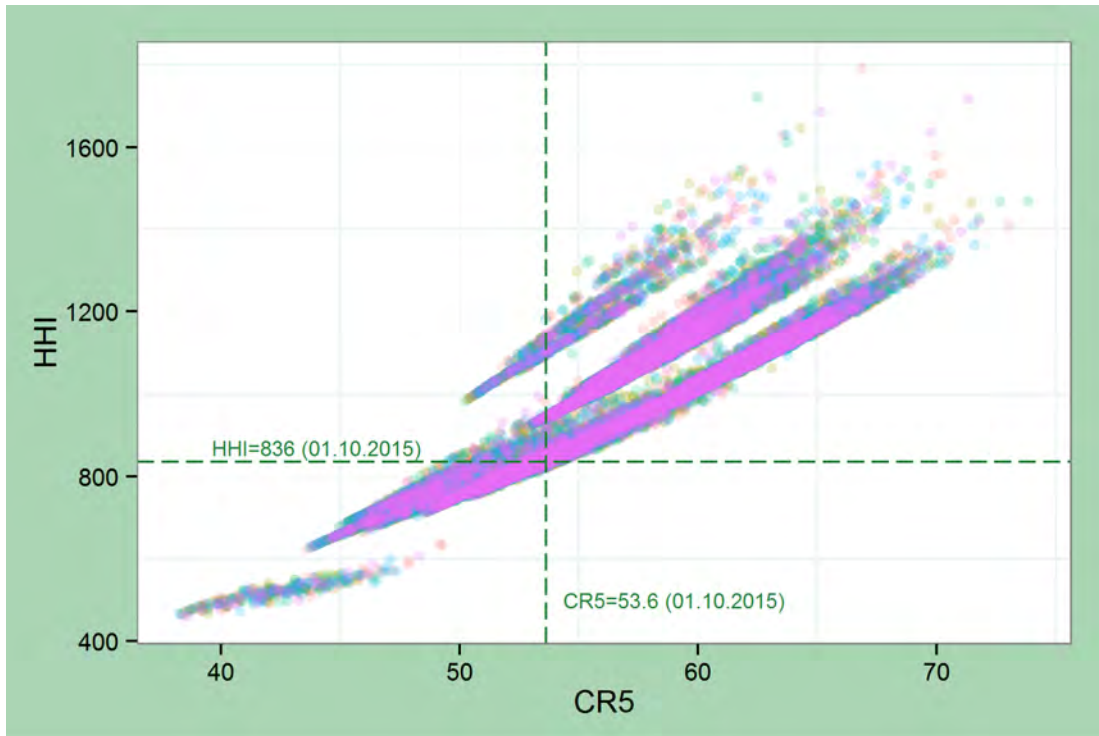
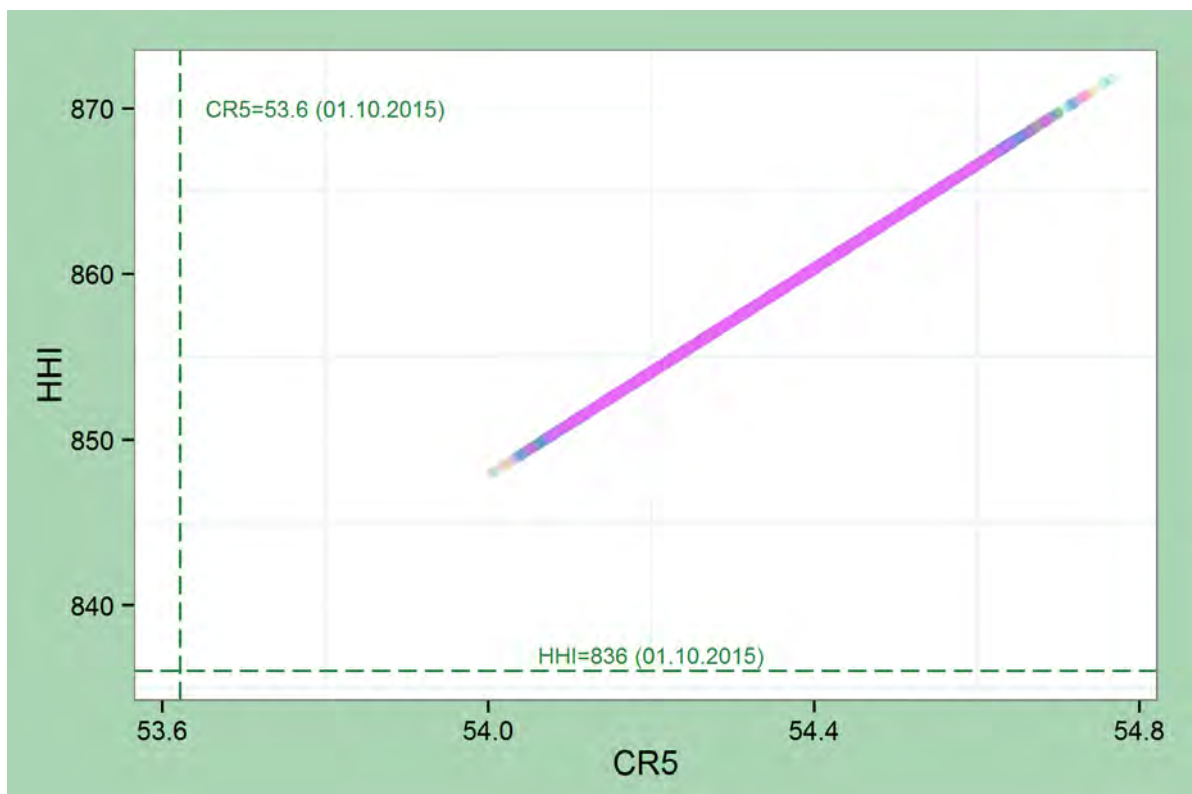


Рисунок 17. Статистичний розподіл значень концентрації активів унаслідок зниження кількості банків до 100 (симуляція 50 000 можливих варіантів виходу банків із групи найменших)



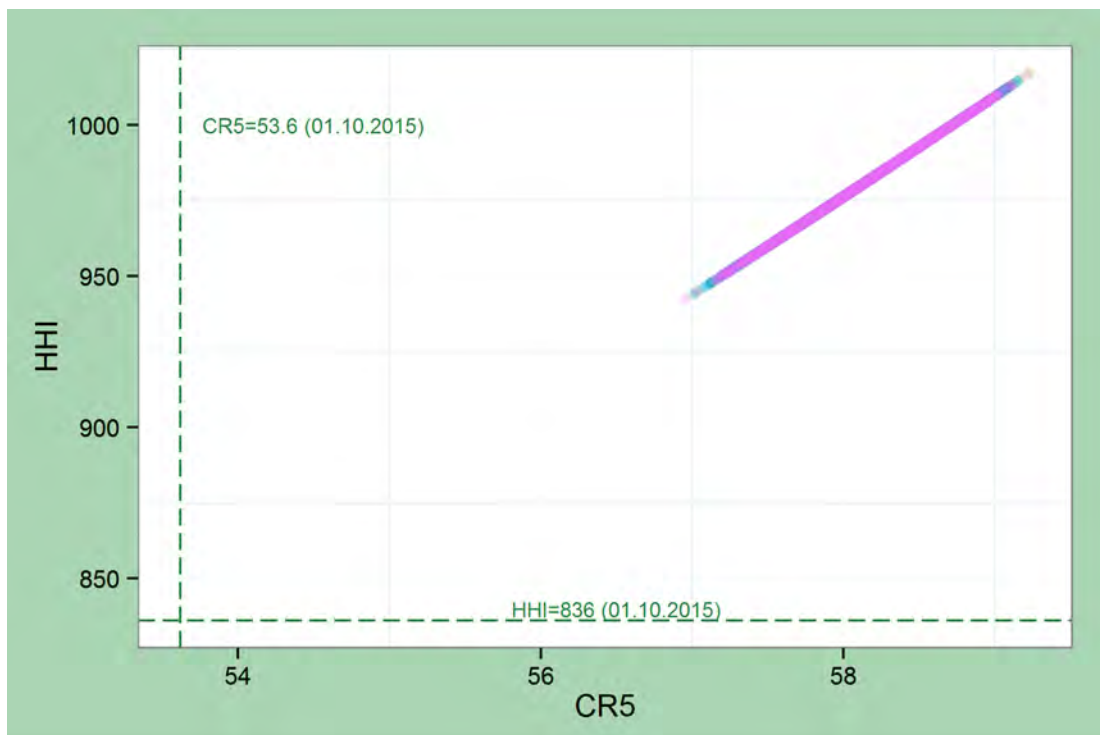
банків, так щоб після їх додавання до збережених банків I – III груп загальна кількість учасників вибірки дорівнювала 100. Після цього розраховуються ринкові частки та індикатори концентрації за аналогічним алгоритмом.

HHI після зниження кількості банків до 100 внаслідок виходу виключно малих банків зростає в середньому до 859, що ненабагато менше від початкового показника. Його максимальні значення не перевищуватимуть 873, мінімальні становитимуть близько 847. Індекс *CR5* буде в межах 54 - 55%, а отже, практично не зміниться, оскільки сукупна частка п'яти найбільших банків зростає максимум на 1 процентний пункт через пропорційне підвищення ринкових часток. Справедливо буде знехтувати фактором виходу найменших банків, адже нерівномірності органічного зростання лідерів ринку мають значно більше значення для майбутнього показника *CR5*.

В. Припустимо, що з ринку виходитимуть лише банки III – IV груп за класифікацією НБУ, $k = 50$.

Унаслідок скорочення кількості банків до $k = 50$ через вихід виключно банків III – IV груп середній *HHI* зростає до 983, що лише на 18% більше, ніж було 01.10.2015. При цьому максимальні значення *HHI* сягатимуть 1 016, мінімальні – близько 944. Індекси концентрації *CR5* перебуватимуть в діапазоні 57 – 60.

Рисунок 18. Статистичний розподіл значень концентрації активів унаслідок зниження кількості банків до 50 (симуляція 50 000 можливих варіантів виходу банків із III – IV груп)



Отримані результати спростовують міф про майбутню монополізацію і надмірну концентрацію активів банківського ринку України лише внаслідок зниження кількості банків. Навіть за умови однакової вірогідності дефолту для кожного банку системи загальний індекс *HHI* не виходить за межі 1 324 з імовірністю 99% (див. табл. 4). Проте не варто забувати про вищу концентрацію роздрібного ринку, нерівномірне органічне зростання деяких банків, а також потенційний вплив на концентрацію іншого каналу консолідації – процесів злиття та поглинання банків.

6. Чи потрібно регуляторам обмежувати подальші злиття?

Міф про загрозу активізації процесів злиття і поглинання в плані посилення монополізації ринку знайшов законодавче відображення в нормах про складний процес отримання обов'язкових дозволів АМКУ та НБУ для кожної

об'єднувальної реорганізації. З метою розвінчування цього міфу перевіримо гіпотезу, що банківські злиття малих і середніх банків слабо впливатимуть на концентрацію ринку, а тому їхню реорганізацію в умовах помірної концентрації немає сенсу обмежувати.

Консолідація банківського ринку у формі злиття банків в Україні може стати альтернативою банкрутствам, яка принесе позитивний ефект як на мікро-, так і на макрорівні. В результаті злиття банки-учасники можуть досягти багатьох індивідуальних цілей на шляху до підвищення ефективності й фінансової стійкості. Згідно з теорією синергії, яка ґрунтується на припущенні, що менеджери діють в інтересах акціонерів, основним мотивом для злиття може стати отримання синергетичних ефектів у вигляді:

– *операційної синергії*, що проявляється в економії на операційних витратах, зниженні операційної неефективності, економії витрат на інноваційні розробки, ефекті комбінування взаємодоповнюючих продуктів, збільшенні розмірів ринкової ніші банків;

– *фінансової синергії*, а саме оптимізації оподаткування, можливості купівлі банку за ціною, нижчою від балансової вартості, диверсифікації джерел доходів та ризиків, а також зниження вартості капіталу.

Теорія синергії підтверджена максимальною кількістю емпіричних досліджень, серед яких *Davidson et al. (2009)*, *Mukherjee et al. (2004)*, *Ramaswamy (1997)*.

Згідно з агентською теорією вільних грошових потоків (*agency theory of free cash flow*) злиття і поглинання з використанням боргового фінансування можуть не лише створювати додаткову вартість для акціонерів, а й допомагати вирішенню принципал-агент-конфлікту (*Jensen, 1986*). Теорія гордині (*hubris theory*), що передбачає ірраціональність рішень менеджерів про злиття чи поглинання (*Roll, 1986*), на відміну від двох попередніх, виявилася найменш емпірично обґрунтованою (*Рудык, Семенкова, 2000*).

Відповідно до теоретичних й емпіричних висновків більшості зазначених досліджень позитивними макроефектами активізації злиття і приєднання серед банків України може стати зростання загальної капіталізації та адекватності регулятивного капіталу, кращий рівень дотримання нормативів мінімального розміру регулятивного капіталу, зниження рівня дефолтів і певна економія на ліквідаційних витратах, зростання загальної ефективності банківської системи завдяки поліпшенню якості менеджменту і трансформації бізнес-моделей банків.

З іншого боку, скептики можуть заперечити, що злиття та приєднання банків зумовлять зростання концентрації з огляду на збільшення ринкової частки фінансових інституцій після реорганізації. У цьому випадку важливо з'ясувати, чи буде приріст концентрації настільки критичним, щоб переважити позитивні ефекти від злиття. Оскільки додатковий консолідаційний ефект від зниження кількості банків розглянуто вище, зупинимося на розрахунку ефекту зростання ринкових часток.

Приріст концентрації, вираженої індексом Херфіндаля-Хіршмана (*HHI.delta*), можливо обчислити незалежно від концентрації загального ринку, подвоївши суму ринкових часток об'єднаних банків (*EC, 2004*). Якщо x – ринкова частка банку № 1, z – ринкова частка банку № 2, тоді внесок банків у значення індексу перед злиттям дорівнює $(x^2 + z^2)$, а після злиття становить $(x + z)^2$. Отже:

$$HHI.delta = (x + z)^2 - (x^2 + z^2) = x^2 + 2xz + z^2 - x^2 - z^2 = 2xz. \quad (9)$$

Із цієї формули випливає, що найбільший вплив на зростання *HHI* матимуть злиття за участю великих банків. Консолідація найменших банків на ринку не має істотного значення для посилення концентрації.

За умови злиття ідентичних за розміром банків темпи зростання *HHI* нелінійно посилюються в ході збільшення ринкової частки учасників.

Розрахуємо приріст індексу *HHI* для банківської системи України внаслідок кожної можливої попарної комбінації

Рисунок 19. Залежність приросту *HHI* від ринкових часток учасників консолідації

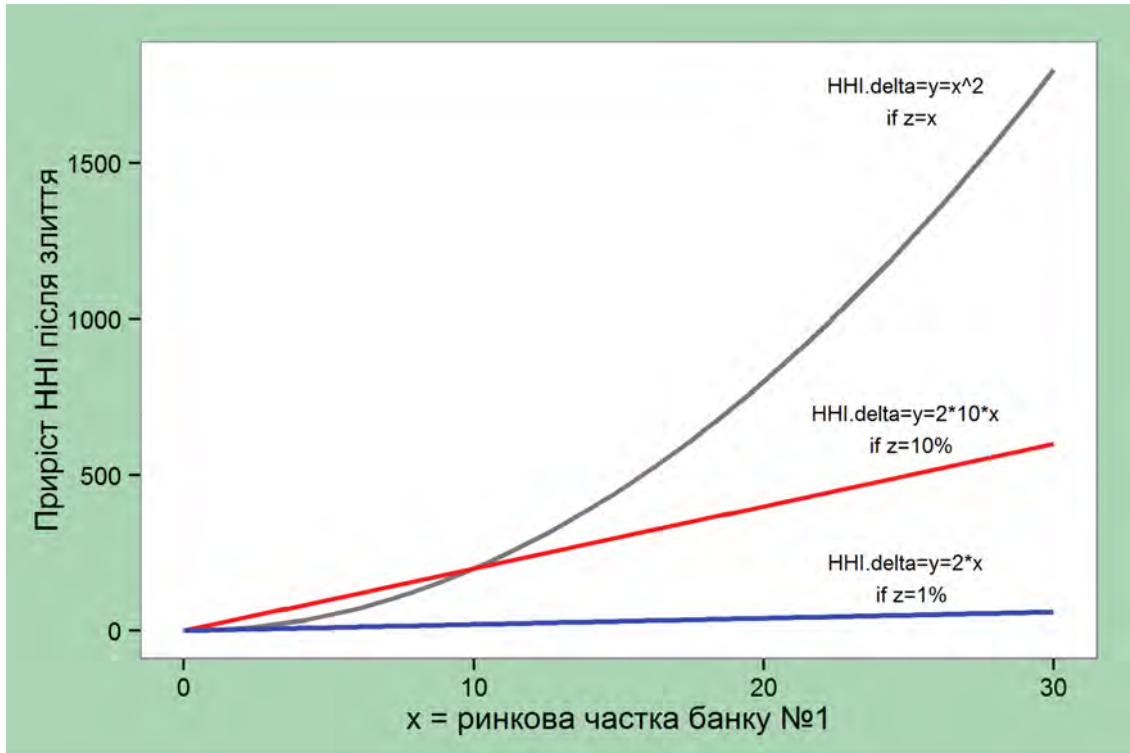
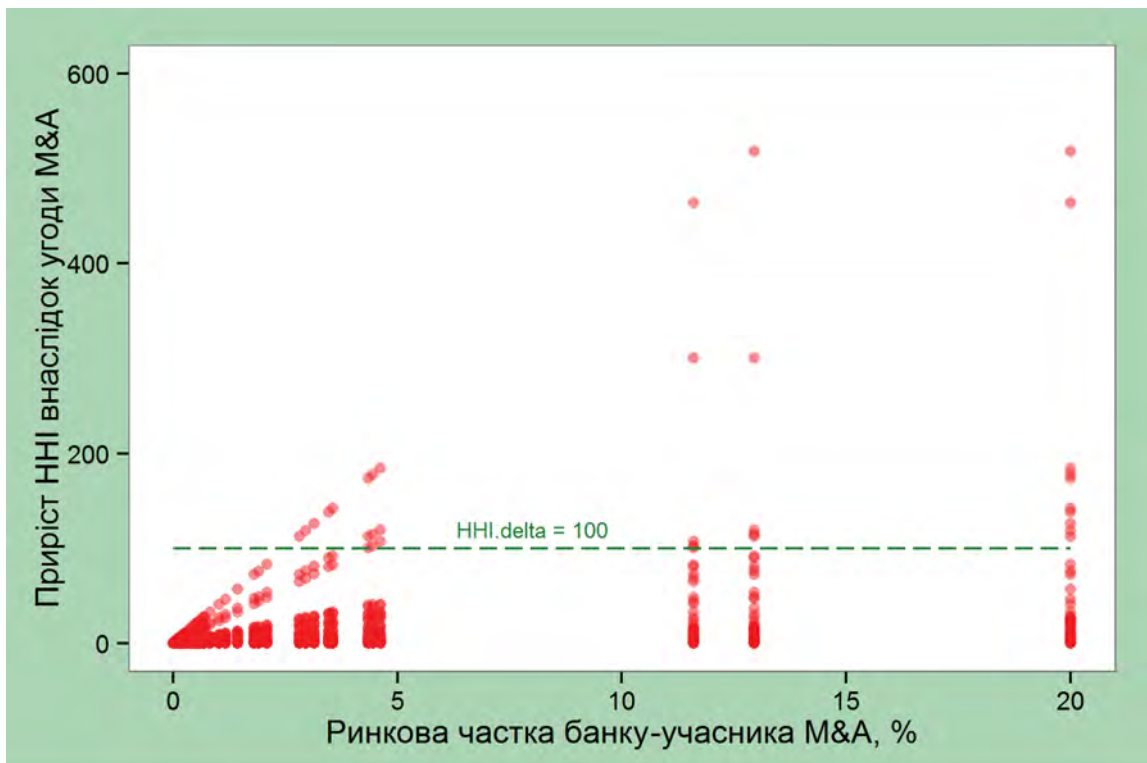


Рисунок 20. Вплив гіпотетичних угод із консолідації на приріст *HHI* (за активами) залежно від ринкової частки учасника злиття і поглинання (*M&A*). Ринкові частки станом на 01.10.2015

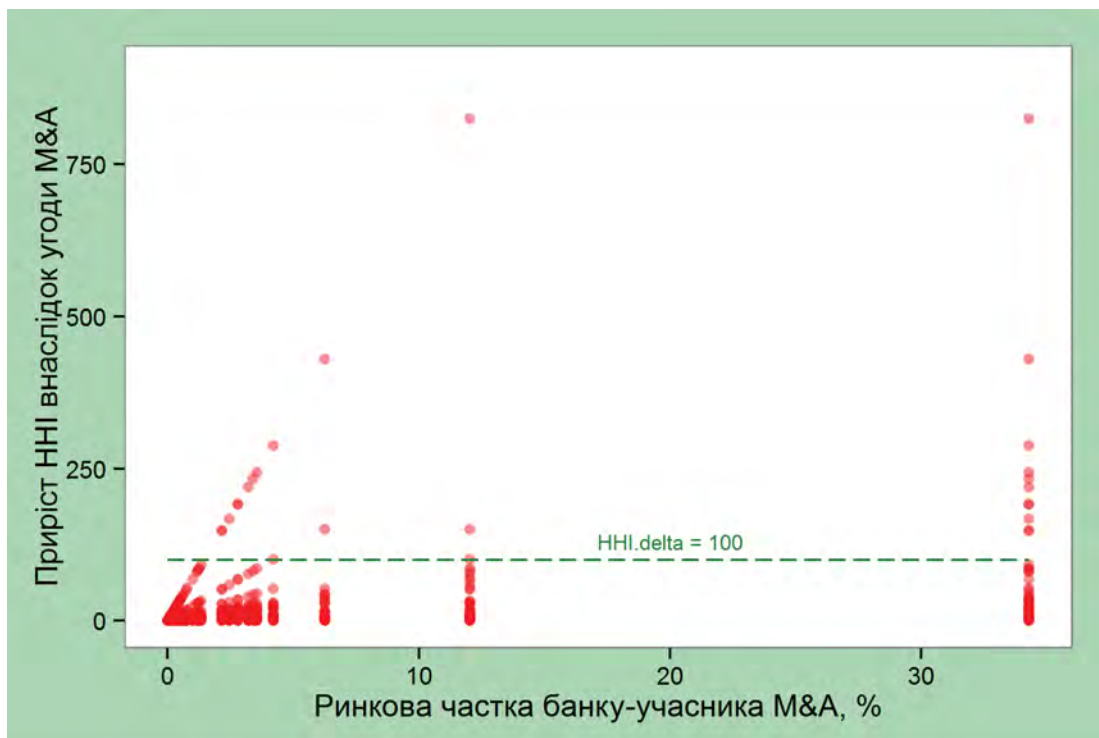


злиття чи приєднання. Для цього помножимо вектор ринкових часток платоспроможних банків за активами станом на 01.10.2015. (X) на транспонований ідентичний вектор (X^t) і отриману матрицю помножимо на 2. Вилучимо з матриці всієї сукупності $HHI.delta$ всі елементи її основної діагоналі, які вказують на позбавлені економічного сенсу результати злиття банку x із банком x .

Як видно з рис. 20, кількість варіантів угод злиття і приєднання, що викличе приріст HHI вище 100, є незначним через суттєвий розрив між значенням ринкових часток трьох лідерів ринку. Більшість угод зумовить приріст менше як 50 пунктів.

Аналогічні розрахунки для ринку роздрібних депозитів виявили схожі результати (див. рис. 21). Відмінним є лише вищий вплив на концентрацію потенційних поглинань за участю лідера ринку через ринкову частку 34%. Більшість банків України (за винятком ТОП-3) має частку на ринку ритейлових вкладів нижче 5%, що слабо впливає на концентрацію в разі участі в об'єднувальних реорганізаціях.

Рисунок 21. Вплив гіпотетичних угод із консолідації на приріст HHI (за роздрібними депозитами) залежно від ринкової частки учасника ($M\&A$). Ринкові частки станом на 01.10.2015



Навіть якщо припустити, що всі банки III – IV груп будуть об'єднані в єдиний банк із ринковою часткою близько 10%, котрий займе четверте місце за ренкінгом активів, то концентрація банківського ринку зросте лише на 105 пунктів HHI , сягнувши прийняттого значення 941, тоді як $CR5$ становитиме менше ніж 60%.

Хоча висновок про неістотний вплив малих банків на концентрацію можна зробити інтуїтивно, виходячи з властивостей коефіцієнтів концентрації, проведений аналіз дав змогу не лише теоретично зрозуміти, а й кількісно розрахувати рівень цього впливу, що має важливе значення, особливо для обчислення ефекту від не таких однозначних варіантів злиття банків із лідерами ринку.

Підсумовуючи результати емпіричного дослідження, можна стверджувати, що злиття і поглинання між банками III – IV груп за класифікацією НБУ істотно не впливатимуть на зростання рівня концентрації. Вплив буде обмеженим

навіть у разі масових консолідаційних угод у поєднанні зі скороченням кількості банків. Історія процесів злиття і поглинання банків в Україні додатково підтверджує наші висновки про відсутність прямого впливу об'єднувальної реорганізації малих і середніх банків на посилення концентрації (див. табл. 5). Так, попри найбільшу кількість угод зі злиття і приєднання протягом 1998 – 2003 рр. (15 із 25), у цей період відбувалося суттєве зниження концентрації банківської системи України з огляду на скорочення нерівності та зростання кількості банків середнього ешелону (в тому числі й унаслідок реорганізації).

Більшим драйвером для концентрації може стати посилення ринкових позицій банків I групи порівняно з лідером, що збільшить концентрацію та кількість потенційно вагомих для *ННІ* варіантів злиття і поглинання (а такі можливі лише за участю найбільших банків).

На цьому етапі розвитку банківського ринку підвищення вимог до капіталізації і консолідаційні процеси в малих та середніх банках не загрожують системі надмірною концентрацією з точки зору кращих міжнародних практик та вимог антимонопольного законодавства. Водночас з огляду на наближення і перехід системи за окремими показниками *ННІ* до зони помірної концентрації, слід розробити комплекс відповідних запобіжних заходів з урахуванням світового досвіду регулювання і нагляду за системно важливими банками, участь яких у консолідаційних процесах несе значно вищі ризики для фінансової стійкості та структури ринку.

VI. Рекомендації для політики регулювання

У процесі розроблення превентивних макропруденційних інструментів щодо концентрації банківського ринку рекомендуємо врахувати такі пропозиції.

Оптимальний індикатор – індекс Херфіндала-Хіршмана (*ННІ*). Цільовим показником для визначення концентрації доречно обрати традиційний *ННІ*, що комплексно вимірює рівень концентрації по системі. АМКУ варто перейняти досвід НБУ щодо використання *ННІ* в ролі ключового індикатора концентрації. У свою чергу, НБУ спільно з АМКУ доцільно погодити нормативно-правові параметри меж високої, помірної та низької концентрації, а також визначити відповідні мінімальні значення приросту *ННІ*, нижче від яких банкам немає сенсу отримувати дозвіл на злиття.

Решта індикаторів – додаткові. Індекси концентрації CR_n та показники нерівності доречно застосовувати в процесі моніторингу як додаткові інформаційні показники, що краще пояснюють динаміку окремих драйверів концентрації, таких як нерівномірне органічне зростання групи великих банків, зниження кількості учасників ринку, динаміка загальної чи специфічної для обраного ряду банків нерівності.

Адаптація антимонопольного законодавства України до нормативно-правової бази ЄС. Зважаючи на світовий досвід регулювання горизонтального злиття, рекомендуємо встановити єдині для всіх галузей граничні межі рівня концентрації. На цьому етапі окремий для банківського ринку розрахунок національних нормативів концентрації не відповідатиме світовій практиці міжгалузевої уніфікації вимог у сфері регулювання горизонтального злиття. З огляду на євроінтеграційний курс реформування країни, варто адаптувати українське законодавство саме до вимог ЄС. Зокрема для ринків (у тому числі основних ринків банківських продуктів) із низькою концентрацією ($ННІ < 1\ 000$) передбачити вільний режим злиття і поглинання без необхідності отримання дозволів і складних процесів погодження від АМКУ та НБУ. Угоди злиття і поглинання на таких ринках не потребують додаткового поглибленого аналізу. Для ринків із помірною концентрацією ($1\ 000 < ННІ < 2\ 000$) приріст *ННІ* до 250 пунктів не повинен вважатися загрозовим із точки зору конкуренції, аналогічний рівень для ринків із надмірною концентрацією ($ННІ > 2\ 000$) доречно встановити на рівні 150 пунктів відповідно до *ЕС (2004)*. Винятковими ситуаціями, які не охоплюються приростом *ННІ*, доречно вважати злиття банків, котрі є важливими інноваторами, ринкову силу яких неможливо виміряти ринковою часткою; коли існує суттєве перехресне володіння акціями в учасників злиття; коли учасники злиття брали участь в олігопольних змовах у минулому тощо. Граничні межі *ННІ* можуть використовуватись як первинні індикатори відсутності загроз конкуренції. Однак вони не повинні розглядатися в ролі презумпції щодо наявності чи відсутності загроз.

Постійний моніторинг концентрації. Здійснювати регулярний моніторинг концентрації банківської системи та динаміки ринкової структури в розрізі ключових банківських продуктів з метою коригування жорсткості превентивних антимонопольних заходів залежно від рівня концентрації. Моніторинг актуальних значень концентрації порівняно з історичною динамікою є необхідною умовою для розуміння тенденцій розвитку банківського сектору, яка широко використовується ЄЦБ та ФРС США, а в нашому випадку є підґрунтям для виявлення того, наскільки стандартними

чи екстремальними є нинішні і майбутні значення концентрації з точки зору ретроспективи і темпів глобальних змін. Результати моніторингу банківської концентрації пропонуємо публікувати у форматі тематичних *working papers* та в рамках регулярних аналітичних звітів НБУ в розділах, присвячених структурній динаміці розвитку банківського ринку.

Фокус на ритейл та ринку платежів. Фокусувати систему моніторингу на нинішньому етапі доречно на ринку роздрібних банківських продуктів, особливо на сегменті банківських платежів, з огляду як на відносно вищу концентрацію, так і на вище суспільне значення цих продуктів, що визначає довіру населення до учасників банківської системи.

Фокус на лідерах ринку. Концентрувати зусилля регуляторних органів на нагляді за темпами органічного зростання та консолідаційною активністю найбільших банків, у тому числі системно важливих. При цьому варто звертати увагу на неоднорідність структури групи найбільших банків за ринковим потенціалом. Через суттєву різницю в розмірах банків необхідно застосовувати різні за жорсткістю підходи до макропруденційного та антимонопольного нагляду за злиттями банків залежно від ринкової частки учасників консолідації: від максимальної лібералізації угод між малими банками – до обмеження об'єднання найбільших банків, якщо результати детального тестування чутливості *HHI* свідчатимуть про перевищення граничних нормативних меж на окремих ринках банківських продуктів.

Вільне злиття мікробанків. Послабити вимоги антимонопольного та банківського законодавства, які перешкоджають процесу консолідації та капіталізації банків III – IV груп за класифікацією НБУ у зв'язку з незначним впливом реорганізації малих банків на рівень системного ризику та конкуренції.

Кластерний підхід. Під час моніторингу банківської концентрації бажано відійти від формалізованого підходу до визначення ринкових часток де-юре незалежних фінансових установ і звернути увагу на фактор власників чи пов'язаних бенефіціарів для окремих груп банків, що посилює ризик змови та стратегічних альянсів між ними. Якщо розрахувати сукупні ринкові частки для де-факто споріднених банків, можна отримати точніші індекси концентрації. У цьому контексті існує необхідність додаткового аналізу банківських кластерів, сформованих за критерієм власності. Особливу увагу слід приділити впливу на формування ринкової структури окремих кластерів державних, іноземних і вітчизняних приватних банків, що мають спільних пов'язаних осіб.

VII. Висновки

Структура банківського ринку України далека від оптимальної з огляду на рівень виконання ключової функції – ефективного перерозподілу грошових коштів у рамках кредитного процесу. Низькі обсяги капіталу більшості банків, висока частка кредитування пов'язаних осіб, падіння обсягів депозитної бази внаслідок зниження довіри населення до потенційно неплатоспроможних банків – це ті проблеми, подолання яких потребує зокрема і певної оптимізації структурних характеристик банківського ринку.

Політика НБУ в напрямі подальшої консолідації та капіталізації сприяє трансформації банківської системи через збільшення фінансового потенціалу і зниження індивідуальних ризиків банків. З іншого боку, цей процес призводить до зростання концентрації банківського сектору, наслідки якої є дискусійними й багатьма теоретиками пов'язуються із загрозами посилення монополізації та фінансової нестабільності.

Проте результати проведеного емпіричного аналізу свідчать, що надмірна концентрація банківського ринку України у 2016 році є малоімовірною. Водночас через розбіжності в темпах капіталізації та продовження консолідаційних процесів може відбутися перехід банківської системи з низького на помірний рівень концентрації, що потребує більшої уваги регуляторів до угод злиття і приєднання за участю системно важливих банків, якщо вони генерують високий приріст *HHI*. При цьому посиленого моніторингу потребує концентрація на ринку роздрібних банківських послуг, у тому числі платіжному.

На користь послаблення регуляторних вимог до реорганізації малих і середніх банків свідчить низький вплив фактора нерівності на зростання концентрації з початку 2014 року. Оскільки найсуттєвішим для концентрації став фактор зниження кількості банків, падіння рівня дефолтів у посткризовий період сприятиме уповільненню темпів концентрації. Більше того, навіть масові дефолти або злиття малих банків несуттєво впливатимуть на приріст індексів концентрації, чого не можна сказати про системно важливі банки, особливості консолідації яких здатні генерувати значно масштабніші структурні зміни.

Перспективними напрямками майбутніх досліджень вважаємо: 1) детальні емпіричні оцінки впливу концентрації на структуру, ефективність і системний ризик банківського ринку України; 2) кластерний підхід до розрахунку концентрації на основі спорідненості пов'язаних осіб; 3) аналіз ключових мотивів та наслідків злиття українських банків із використанням історичних фінансових даних.

Точна оцінка впливу процесів капіталізації, консолідації та концентрації на динаміку структури банківського ринку сприятиме імплементації комплексу антимонопольних і макропруденційних заходів, що допоможе формуванню банківського ринку з оптимальним поєднанням показників фінансової ефективності і системного ризику.

Література

- Admati A., Hellwig M. (2013), *The bankers' new clothes: What's wrong with banking and what to do about it*, Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Allen F., Gale D. (2004), *Competition and financial stability*. *Journal of Money, Credit and Banking*, 36:453 – 480.
- Amable B., Chatelain J.-B., De Bandt O. (2002), *Optimal capacity in the banking sector and economic growth*, *Journal of Banking & Finance*, Elsevier, vol. 26(2-3), pp. 491 – 517, March.
- Atkinson A., Micklewright J. (1992), *Economic transformation in eastern Europe and the distribution of income*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Beck T., Demirgüç-Kunt A., Levine R. (2007), *Bank Concentration and Fragility: Impact and Mechanics*, NBER Chapters, in: *The Risks of Financial Institutions*, National Bureau of Economic Research, Inc., pp. 193 – 234.
- Davidson I., Frank R., Ismail A. (2009), *Operating performance of European bank mergers*, *The Service Industries Journal*, Vol. 29 (3), pp. 345 – 366.
- De Nicolo G. and Lucchetta M. (2009). *Financial intermediation, competition, and risk: A general equilibrium exposition*. Working paper, IMF.
- EC (2004), *Guidelines on the assessment of horizontal mergers under the Council Regulation on the control of concentrations between undertakings*, Official Journal C 031 , 05/02/2004, p. 5 – 18, [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52004XC0205\(02\)](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52004XC0205(02)).
- ECB (2015), *Report on financial structures*, October 2015, <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/reportofinancialstructures201510.en.pdf>.
- English W.B. (2002), *Financial consolidation and monetary policy*, *Economic Policy Review*, Federal Reserve Bank of New York.
- Fiordelisi F. (2009), *Mergers and Acquisitions in European Banking*, Palgrave Macmillan, UK.
- Florian L. (2014), *Measuring competition in banking : A critical review of methods*, *Serie Etudes et documents du CERDI, Etudes et Documents*, No 12.
- Group of Ten (2001), *Consolidation in the Financial Sector*, BIS, <http://www.bis.org/publ/gten05.pdf>.
- Haldane A.G. (2012), *On being the right size*, Bank of England, 25 October.
- Hall M., Tideman N. (1967), *Measures of concentration*, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 62, pp. 162 – 168.
- Hay D. A. (1991), *Industrial Economics and Organization: Theory and Evidence*, 2 edition, Oxford University Press, Oxford.
- Hirschman A. O. (1964), *The paternity of an index*, *The American Economic Review*, 54(5) :761 – 762.
- Ijtsma P., Spierdijk L. (2015), *Clarifying the Concentration-stability Controversy in Banking: Evidence from the EU-25*.
- Jacquemin A. (1975), *Une mesure entropique de la diversification des Enterprise*, *Revue Économique*, Vol. 66, pp. 834 – 838.
- Jensen M.C. (1986), *Agency Cost Of Free Cash Flow, Corporate Finance, and Takeovers*, *American Economic Review*, Vol. 76, No. 2, <http://ssrn.com/abstract=99580> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.99580>.
- Koutsomanoli-Fillipaki N., Staikouras K.Ch. (2006), *Competition and concentration in the New European banking Landscape*, *European Financial Management*, European Financial Management Association, 12 (3), pp. 443 – 482.

- Laeven L., Ratnovski L., Tong H. (2014), Bank Size and Systemic Risk, IMF Staff Discussion Note, SDN/14/04, pp. 1 – 33.
- Liikanen E. (2012), Final Report of the High-level Expert Group on Reforming the Structure of the EU Banking Sector, Brussels.
- Mester L.J. (2005), Optimal industrial structure in banking, Working Papers 08-2, Federal Reserve Bank of Philadelphia.
- Mukherjee T. K., Kiyamaz H., Baker H.K. (2004), Merger Motives and Target Valuation: A Survey of Evidence from CFOs. *Journal of Applied Finance*, Vol. 14, No. 2.
- Pawłowska M. (2015), Changes in the size and structure of the European Union banking sector – the role of competition between banks, NBP Working Paper, No. 205, pp. 4 – 37.
- Pohl M., Tortella T., Van der Wee H. (2001), A Century of Banking Consolidation in Europe: The History and Archives of Mergers and Acquisitions, Ashgate Publishing Limited, Aldershot, UK.
- Ramaswamy K. (1997), The Performance Impact Of Strategic Similarity In Horizontal Mergers: Evidence From The U.S. Banking Industry, *Academy of Management Journal*, 40:3, pp. 697 – 715.
- Ratti R.A., Lee S., Seol Y. (2008), Bank concentration and financial constraints on firm-level investment in Europe, *Journal of Banking and Finance*, 32, pp. 2684 – 2694.
- Roll R. (1986), The Hubris Hypothesis of Corporate Takeovers, *The Journal of Business*, Vol. 59, issue 2, pp. 197 – 216.
- Santomero A.M., Seater J. J. (2000), Is there an optimal size for the financial sector?, *Journal of Banking & Finance*, Elsevier, Vol. 24(6), pp. 945 – 965, June.
- Stephan A., Tsapin A., Talavera O. (2012), Main Bank Power, Switching Costs, and Firm Performance: Theory and Evidence from Ukraine, *Emerging Markets Finance and Trade*, 48 (2), 76 – 93.
- Tirole J. (1988), *The Theory of Industrial Organization*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Uhde A. and Heimeshoff U. (2009). Consolidation in banking and financial stability in Europe: Empirical evidence. *Journal of Banking & Finance*, 33:1299 – 1311.
- U.S. Department of Justice and the Federal Trade Commission (2010), Horizontal Merger Guidelines, Issued: August 19, 2010, <http://www.justice.gov/atr/horizontal-merger-guidelines-08192010>.
- U.S. Department of Justice and the Federal Trade Commission (1992), Horizontal Merger Guidelines, Issued: April 2, 1992, <http://www.justice.gov/atr/horizontal-merger-guidelines-0>.
- Van Hoose D. (2010), *The Industrial Organization of Banking, Bank Behavior, Market Structure, and Regulation*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Vickers J. (2012), Some economics of banking reform, University of Oxford, Department of Economics, Discussion Paper Series, 632.
- World Bank (2013), Rethinking the Role of the State in Finance, Global Financial Development Report 2013, Washington, D.C.
- Калашников Г.О. (2007), Слияние и поглощение компаний по праву Европейского Союза, Международные отношения, Москва.
- Корецька Н. І. (2014), Процес концентрації ринку банківських послуг України: оцінка та стратегії позиціонування, Економічний форум.
- НБУ (2015), Комплексна програма розвитку фінансового ринку України до 2020 року, Постанова Правління НБУ від 18.06.2015 р. № 391 [NBU (2015), Comprehensive Program of the Ukrainian Financial Sector Development up to 2020, approved by the NBU Board Resolution No. 391 of 18 June 2015].
- Прозоров Ю. (2003), Концентрація банківської системи України: подальші перспективи. – Вісник Національного банку України. – 2003. – № 1. – С. 54 – 56.
- Рудык Н. Б., Семенкова Е. Б. (2000), Рынок корпоративного контроля: слияния, жесткие поглощения и выкупы долговым финансированием. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 456 с.

Додатки

Таблиця 1. Динаміка концентрації активів банківської системи України з 01.01.1998 до 01.10.2015

Дата	CR3	CR4	CR5	CR10	CR25	CR50	HHI	Gini	RS	Atkinson	Theil	Variation coef.	GE
01.01.1998	35.0	42.0	48.9	68.8	82.1	90.6	639.2	0.83	0.69	0.59	1.73	3.27	1.45
01.01.1999	29.8	36.7	42.4	60.8	78.1	88.0	486.0	0.78	0.64	0.52	1.43	2.74	1.23
01.01.2000	25.6	32.9	38.6	57.0	73.6	85.8	409.9	0.74	0.59	0.46	1.22	2.41	1.06
01.01.2001	26.3	32.5	38.3	55.8	71.9	84.2	400.6	0.71	0.56	0.42	1.11	2.28	0.95
01.01.2002	28.8	35.1	40.8	55.1	71.3	84.3	425.4	0.70	0.55	0.42	1.11	2.34	0.94
01.01.2003	27.5	34.3	39.5	54.2	71.3	84.4	407.4	0.71	0.55	0.42	1.12	2.31	0.96
01.01.2004	27.3	32.9	38.1	53.7	71.7	85.3	394.5	0.72	0.56	0.43	1.12	2.28	0.99
01.01.2005	27.7	32.9	37.2	53.1	72.0	85.7	394.4	0.72	0.57	0.44	1.13	2.30	1.00
01.01.2006	26.1	31.2	36.2	53.8	73.5	87.0	389.4	0.74	0.60	0.46	1.18	2.31	1.06
01.01.2007	24.7	30.2	35.3	52.4	74.3	87.7	372.8	0.75	0.61	0.47	1.21	2.30	1.09
01.01.2008	23.1	28.3	33.1	49.7	75.2	88.2	346.2	0.76	0.62	0.49	1.21	2.23	1.13
01.01.2009	22.0	28.0	33.3	52.0	76.4	89.3	354.0	0.78	0.64	0.52	1.30	2.33	1.22
01.01.2010	23.3	29.5	34.8	53.2	77.1	90.0	375.0	0.79	0.65	0.53	1.33	2.39	1.25
01.01.2011	26.1	31.9	36.8	53.9	75.9	88.6	407.3	0.77	0.63	0.51	1.30	2.48	1.19
01.01.2012	27.9	32.8	36.6	52.8	74.6	87.1	426.5	0.76	0.61	0.49	1.28	2.54	1.15
01.01.2013	30.7	35.0	38.6	52.7	74.7	87.0	470.6	0.76	0.61	0.50	1.31	2.69	1.16
01.01.2014	32.3	36.6	40.0	54.3	76.0	87.5	517.4	0.78	0.63	0.51	1.39	2.88	1.21
01.01.2015	34.8	39.4	43.4	59.7	82.0	92.0	564.5	0.80	0.66	0.56	1.48	2.81	1.33
01.04.2015 *	40.9	45.8	50.2	67.5	86.6	94.7	729.5	0.82	0.68	0.58	1.58	2.95	1.42
01.07.2015 *	42.6	47.2	51.4	68.7	87.8	95.6	778.9	0.83	0.69	0.59	1.60	2.98	1.45
01.10.2015	44.6	49.2	53.6	71.1	88.7	96.1	836.0	0.83	0.70	0.60	1.64	3.05	1.48
Кількість значень	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Середнє за період	28.6	34.3	39.2	56.0	75.8	87.8	453.5	0.76	0.61	0.49	1.30	2.52	1.15
Стандартне відхилення	5.3	5.1	5.1	5.6	4.4	2.9	118.8	0.04	0.04	0.06	0.18	0.30	0.16
Медіана	27.5	32.9	38.3	53.9	74.7	87.5	407.4	0.76	0.61	0.49	1.28	2.39	1.15
Мінімум	22.0	28.0	33.1	49.7	71.3	84.2	346.2	0.70	0.55	0.42	1.11	2.23	0.94
Максимум	44.6	49.2	53.6	71.1	88.7	96.1	836.0	0.83	0.70	0.60	1.73	3.27	1.48
Асиметрія	1.4	1.3	1.3	1.6	1.3	1.0	1.9	0.18	0.16	0.39	0.97	1.05	0.49
Екссес	1.9	1.6	1.3	1.5	1.3	0.9	3.1	-1.00	-1.00	-0.83	0.04	-0.13	-0.71
Стандартна похибка	1.2	1.2	1.2	1.3	1.0	0.7	27.3	0.01	0.01	0.01	0.04	0.07	0.04

* Дані за I і II квартали 2015 року наводяться довідково, вони не включалися під час розрахунку дескриптивної статистики.
Джерело: НБУ, розрахунки авторів.

Таблиця 2. Факторний аналіз зростання концентрації активів з 01.01.2014. до 01.10.2015

Показник	01.01.2014 (фактично по ринку)	01.01.2014 (гіпотетично за вибіркою банків, які уникли дефолтів)	01.10.2015 (фактично по ринку)	Ефект від зниження кількості банків, %	Ефект від внутрішніх структурних змін у підгрупі здорових банків, %	Загальний вплив на приріст показника, %
CR4	36.61	47.31	49.18	85.17	14.83	100
CR5	40.01	51.78	53.62	86.48	13.52	100
CR10	54.28	68.66	71.12	85.38	14.62	100
CR25	76.02	86.03	88.67	79.15	20.85	100
HHI	517.38	835.70	836.03	99.90	0.10	100
Gini	0.78	0.81	0.83	57.09	42.91	100
RS	0.63	0.67	0.70	56.45	43.55	100
Atkinson	0.51	0.56	0.60	55.04	44.96	100
Theil	1.39	1.54	1.64	58.97	41.03	100
sd	1.61	2.51	2.49	102.03	-2.03	100
var.coeff	2.88	3.02	3.05	82.75	17.25	100
entropy	1.21	1.35	1.48	53.80	46.20	100

Джерело: НБУ, розрахунки авторів.

Таблиця 3. Концентрація ринків банківських послуг України станом на 01.10.2015

Індикатор концентрації/нерівності	Банківський ринок (за активами)	Роздрібні депозити	Корпоративні депозити	Роздрібні кредити	Корпоративні кредити
CR3	44.6	52.6	39.2	49.5	43.8
CR4	49.2	56.8	45.3	57.4	51.0
CR5	53.6	60.3	50.6	63.7	57.6
CR10	71.1	75.0	67.7	79.5	72.6
CR25	88.7	90.8	88.7	95.0	89.9
CR50	96.1	97.7	97.0	99.1	96.4
HHI	836.0	1457.1	683.3	1161.9	957.6
Gini	0.83	0.87	0.83	0.89	0.84
RS	0.70	0.72	0.69	0.76	0.71
Atkinson	0.60	0.69	0.61	0.74	0.63
Theil	1.64	1.93	1.55	1.96	1.71
Variation	3.05	4.11	2.72	3.65	3.28
GE	1.48	1.76	1.51	1.95	1.57

Джерело: НБУ, розрахунки авторів.

Таблиця 4. Результати симулятивного прогнозування рівня концентрації банківської системи України внаслідок виходу банків із ринку за умови зменшення кількості фінансових інституцій у 2016 році *

Усі банки під ризиком виходу, k = 100												
Simulation set	mean.hhi	sd.hhi	min.hhi	median.hhi	q.099.hhi	max.hhi	mean.cr5	sd.cr5	min.cr5	median.cr5	q.099.cr5	max.cr5
1	1008.61	132.81	463.46	1012.80	1321.32	1653.67	57.99	4.08	38.64	58.42	66.07	71.21
2	1007.28	130.64	476.65	1011.55	1328.77	1596.42	57.96	4.06	38.76	58.35	66.17	71.10
3	1006.53	133.14	458.29	1011.89	1324.86	1743.05	57.91	4.11	38.68	58.30	66.33	71.86
4	1007.02	131.42	472.37	1012.49	1321.01	1613.26	57.94	4.10	38.67	58.37	66.22	71.24
5	1007.44	129.97	477.43	1011.62	1324.76	1634.22	57.99	4.01	39.26	58.35	66.22	71.32
mean	1007.38	131.60	469.64	1012.07	1324.15	1648.12	57.96	4.07	38.80	58.36	66.20	71.35
sd	0.77	1.36	8.43	0.55	3.16	57.28	0.03	0.04	0.26	0.04	0.10	0.30
Малі банки під ризиком виходу, k = 100												
Simulation set	mean.hhi	sd.hhi	min.hhi	median.hhi	q.099.hhi	max.hhi	mean.cr5	sd.cr5	min.cr5	median.cr5	q.099.cr5	max.cr5
1	858.76	3.18	847.95	858.71	866.19	872.49	54.35	0.10	54.00	54.35	54.59	54.79
2	858.71	3.15	849.21	858.61	866.25	871.23	54.35	0.10	54.04	54.35	54.59	54.75
3	858.70	3.15	848.80	858.64	866.23	870.90	54.35	0.10	54.03	54.35	54.59	54.74
4	858.74	3.16	848.43	858.65	866.37	870.16	54.35	0.10	54.02	54.35	54.59	54.71
5	858.73	3.16	848.48	858.67	866.19	871.28	54.35	0.10	54.02	54.35	54.59	54.75
mean	858.73	3.16	848.57	858.65	866.25	871.21	54.35	0.10	54.02	54.35	54.59	54.75
sd	0.02	0.01	0.47	0.04	0.07	0.84	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03
Малі і середні банки під ризиком виходу, k = 50												
Simulation set	mean.hhi	sd.hhi	min.hhi	median.hhi	q.099.hhi	max.hhi	mean.cr5	sd.cr5	min.cr5	median.cr5	q.099.cr5	max.cr5
1	983.13	10.10	947.41	983.43	1004.32	1013.51	58.21	0.31	57.11	58.22	58.85	59.12
2	983.27	9.98	944.32	983.67	1004.54	1014.78	58.22	0.30	57.02	58.23	58.86	59.16
3	983.34	10.06	944.12	983.61	1004.35	1013.28	58.22	0.31	57.02	58.23	58.85	59.12
4	983.25	10.06	947.58	983.52	1004.72	1015.99	58.21	0.31	57.12	58.22	58.86	59.20
5	983.43	9.99	950.22	983.62	1005.11	1013.82	58.22	0.30	57.20	58.23	58.87	59.13
mean	983.28	10.04	946.73	983.57	1004.61	1014.28	58.22	0.30	57.10	58.23	58.86	59.14
sd	0.11	0.05	2.55	0.10	0.32	1.11	0.00	0.00	0.08	0.00	0.01	0.03

*Проведено по 5 сетів Монте-Карло-симуляцій (1 сет = 10 000 варіантів виходів банків і відповідних змін значень індексів концентрації).

Умовні позначення:

K – загальна кількість банків на ринку після виходу;

Mean – середнє значення індексу HHI або CR4;

Sd – стандартне відхилення;

Min – мінімальне значення;

Median – медіана розподілу значень;

q.0.99 – 0.99 квантиль розподілу;

Max – максимальне значення.

Таблиця 5. Злиття і приєднання банків України з 1998 до 2015 року

№ з/п	Поглинаючий банк	Місто	Банк-ціль	Місто	Рік злиття/ приєднання
1	Мрія (нині – ВТБ Банк)	Київ	Рось	Біла Церква	1998
2	Зоря	Рівне	Паритет	Донецьк	1998
3	Аваль (нині – Райффайзен Банк Аваль)	Київ	Тернопіль-кредит	Тернопіль	1998
4	Укргазбанк	Київ	Сервіс	Шостка	1998
5	Автокразбанк	Полтава	Укруніверсалбанк	Біла Церква	1999
6	Столичний	Київ	Арманд	Одеса	1999
7	Надра	Київ	Слобожанщина	Суми	2000
8	Надра	Київ	Києво-Печерський	Київ	2000
9	Укоопспілка	Київ	Поділля	Хмельницький	2000
10	Укргазбанк	Київ	Укрнафтогазбанк	Київ	2000
11	Інвестбанк	Одеса	Аркадія	Одеса	2000
12	Міжнародний комерційний банк (нині – Піреус Банк МКБ)	Київ	Таврія	Феодосія	2001
13	Укргазбанк	Київ	Народний банк	Київ	2002
14	Аваль (нині – Райффайзен Банк Аваль)	Київ	Еталон	Київ	2002
15	Український банк торгового співробітництва (пізніше – Інпромбанк)	Харків	Інноваційно-промисловий банк	Київ	2003
16	Індустріал Банк	Запоріжжя	МТ-Банк	Кременчук	2005
17	Об'єднаний комерційний банк (пізніше – Європейський банк розвитку та заощаджень)	Сімферополь	Європейський банк розвитку та заощаджень	Київ	2006
18	Унікредитбанк	Луцьк	ХВБ-Банк Україна	Київ	2007
19	ВТБ Банк (Мрія)	Київ	Внешторгбанк	Київ	2007
20	СЕБ Банк (нині – Фідобанк)	Київ	Факторіал-Банк	Харків	2009
21	Сведбанк (пізніше – Омега-Банк)	Київ	Сведбанк-Інвест	Київ	2009
22	ПУМБ	Київ	Донгорбанк	Донецьк	2011
23	Банк Креді Агріколь	Київ	КІБ Креді Агріколь	Київ	2012
24	Фідобанк	Київ	Фідокомбанк	Київ	2013
25	Укрсоцбанк (Unicredit Bank)	Київ	Унікредитбанк	Київ	2013

ПІДХІД НАЦІОНАЛЬНОГО БАНКУ УКРАЇНИ ДО СТРЕС-ТЕСТУВАННЯ УКРАЇНСЬКОЇ БАНКІВСЬКОЇ СИСТЕМИ

■ Юлія Дюба
Національний банк України

■ Анна Муріна, CFA
Національний банк України

Стаття містить огляд методології стрес-тестування, розробленої Національним банком України (НБУ) у співпраці з Міжнародним валютним фондом (МВФ) з метою оцінки стабільності української банківської системи, яка поступово відновлюється після найбільшої в своїй історії економічної кризи. Автори роблять стислий огляд світових підходів та методів стрес-тестування, їх класифікацій та основних характеристик, аналізують методологію стрес-тестування, що використовується НБУ, особливості застосованого підходу та шляхи його подальшого вдосконалення.

JEL: G280

Ключові слова: банківський нагляд, стрес-тести, адекватність капіталу, кредитний ризик.

I. Вступ

“Ризик виникає через нерозуміння того, що робиш”

— Воррен Баффет

Усі правила банківського регулювання розроблялися переважно у відповідь на кризи – чи то великі, що несли злидні та розпач, чи то менш руйнівні, які змушували людей “затягувати паски”. Варто згадати походження Базельських угод про капітал, закон Додда-Френка тощо. Стрес-тести є породженням цієї ж стихії. Нині, коли Україна переживає найбільшу за свою новітню історію економічну кризу, настав час ближче познайомитися із стрес-тестами.

Мета стрес-тестування (СТ) – оцінити, наскільки конкретний банк або банківська система в цілому є стійкими до “виняткових, але ймовірних шоків” (Čihák i Ong, 2014).

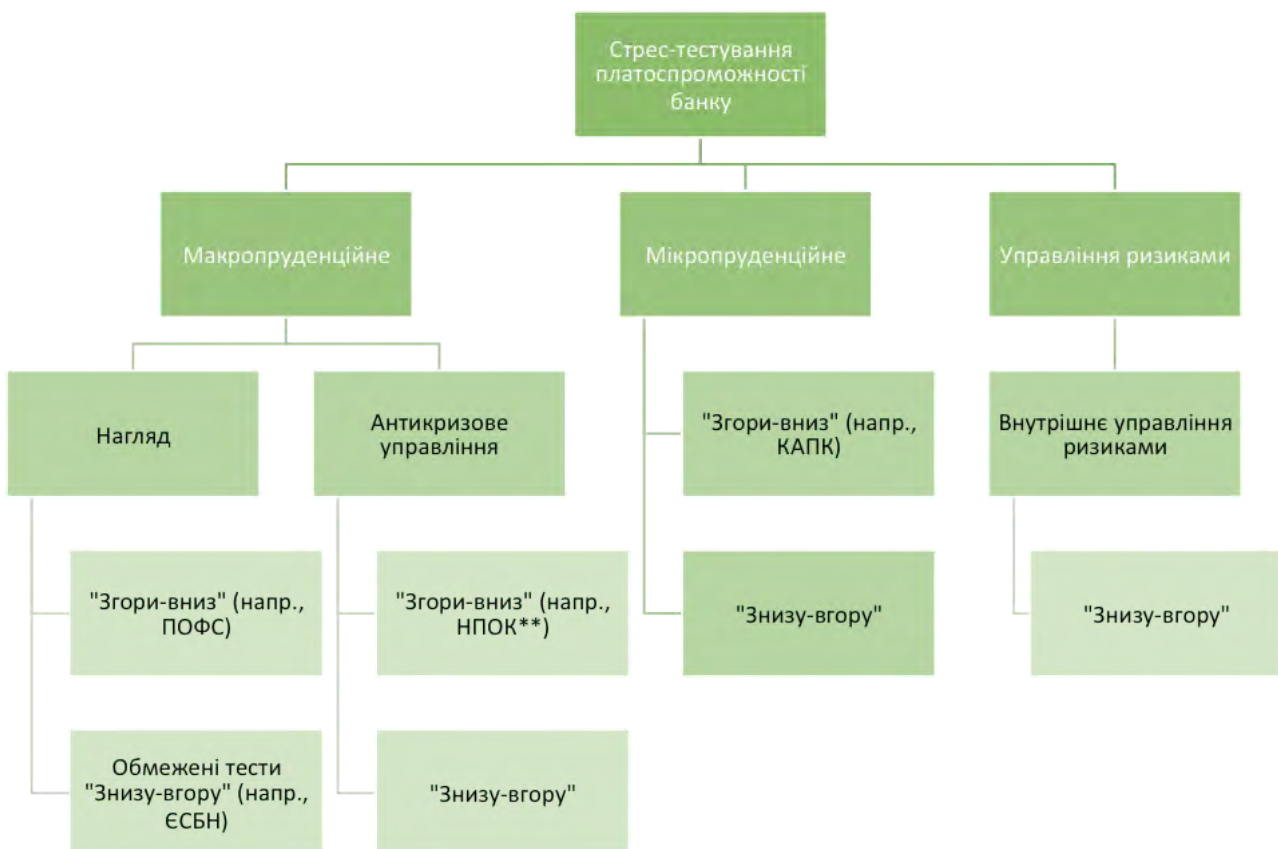
Перші стрес-тести було проведено ще в 1990-х роках. Особливо активно їх почали застосовувати після світової фінансової кризи, коли уряди та регулятори різних країн намагалися стабілізувати фінансову систему і посилити стійкість банківського сектору. Серйозність кризи поставила під сумнів спроможність поточних стрес-тестів адекватно оцінювати реальні масштаби ризиків і потенційну вразливість до них. Програми оцінки фінансового сектору (ПОФС), що проводилися МВФ і Світовим банком (СБ), значною мірою сприяли розвитку стрес-тестів (Fogliа, 2009). Ці програми, спрямовані на аналіз стійкості фінансової системи, якості регулювання та нагляду, а також здатності протистояти кризовим явищам, включають стрес-тести до свого інструментарію (веб-сайт МВФ). Базелем-2 від банків вимагається проведення власних стрес-тестів, оскільки згідно з рекомендаціями Базельського комітету з питань банківського нагляду (БКБН) стрес-тести вважаються важливим інструментом управління ризиками, який може вчасно попередити керівництво про можливі несприятливі наслідки прийнятих ризиків та розрахувати суму капіталу, необхідного, щоб

■ Стаття є перекладом оригінальної статті англійською мовою. У разі будь-яких розбіжностей між оригінальною статтею та її перекладом українською мовою англomовна версія статті має переважний статус.

“вистояти в бурю” (BIS Working Paper, 2009). БКБН закликає банки, які використовують внутрішні моделі оцінки потреб у капіталі для покриття ринкового ризику, запроваджувати комплексні програми стрес-тестування (Blaschke та інші, 2001). Протягом останніх років стрес-тести періодично проводились Європейською службою банківського нагляду (ЄСБН) спільно з Європейським центральним банком (ЄЦБ), Федеральною резервною системою (ФРС), а також різними європейськими національними регуляторами.

Стрес-тести мають прогнозний характер у тому сенсі, що вони спрямовані на визначення чутливості портфеля, фінансової установи або всієї системи до різноманітних потрясінь, які можуть справляти істотний негативний вплив у разі виникнення. Таким чином, метою стрес-тестування є оцінка потенційного впливу таких потрясінь на достатність капіталу банків і необхідність ужиття коригувальних заходів для посилення їх стійкості. Із часом стрес-тести отримали визнання не лише як потужний інструмент управління ризиками, а і як частина макропруденційної та мікропруденційної політики (див. рисунок 1). Згадані раніше ПОФС є гарним прикладом макропруденційного застосування. Стрес-тести МВФ, як правило, ґрунтуються на гіпотетичних негативних сценаріях, перевіряючи вразливість фінансових систем до значного погіршення макроекономічного середовища. Результати таких тестувань загалом не вимагають дій з боку керівництва банків, а використовуються для інформування регуляторів про наявні системні ризики (Jobst та інші, 2013). Мікропруденційні стрес-тести зазвичай проводяться з метою оцінки стійкості окремих фінансових установ, за їхніми результатами можуть висуватися вимоги щодо докапіталізації або навіть реструктуризації банків (Jobst та інші, 2013). Наприклад, у 2010 році Федеральна резервна система ініціювала запуск програми Комплексного аналізу та переоцінки капіталу (КАПК), спрямованої на оцінку достатності капіталу та внутрішніх процесів планування капіталу великих банківських груп (веб-сайт ФРС).

Рисунок 1. Стрес-тестування платоспроможності банку*



* Адаптовано з Jobst та інш. (2013).

** НПОК (SCAP) – наглядова програма оцінки капіталу.

II. Підходи до стрес-тестування: огляд літератури

Перш ніж перейти до обговорення методології, яку застосовує НБУ, слід коротко розглянути наявні підходи до стрес-тестування банківської системи. За останні роки було розроблено значну кількість підходів до банківського стрес-тестування, існують різноманітні системи їхньої класифікації. Регулятори різних країн розробили власні стрес-тести, ґрунтуючись на найкращих міжнародних зразках та враховуючи місцеві особливості (наприклад, див. таблицю 1).

Якщо говорити про конкретні види ризиків, ризик платоспроможності залишається головним предметом стрес-тестування, хоча все більше уваги приділяється розробці моделей для оцінки ризиків ліквідності, ринкових і системних ризиків, а також динамічної взаємодії між різними видами ризиків. Стрес-тест може оцінювати вплив одного фактора ризику або моделювати одночасний вплив кількох ризиків. Перший підхід є, по суті, аналізом чутливості, другий – сценарним аналізом. Обрані сценарії можуть ґрунтуватися на історичних даних, статистичному аналізі або бути суто гіпотетичними (Blaschke та інші, 2001).

МВФ пропонує таку загальну класифікацію підходів до стрес-тестування, що розділяє їх на три категорії: підходи, які ґрунтуються на фінансовій звітності (у тому числі так званий балансовий підхід); підходи, які ґрунтуються на ринкових цінах, та макрофінансові підходи (Čihák і Ong, 2014; Schmieder і Schumacher, 2014).

Рисунок 2. Класифікація підходів до стрес-тестування (за методологією МВФ)



Підхід на основі фінансової звітності, як випливає з назви, використовує дані з фінансової звітності окремих установ або систем (Čihák і Ong, 2014). Одним із більш застосовуваних різновидів є *балансовий підхід*, за якого використовується інформація, отримана з фінансових звітів, зокрема звіт про фінансові результати, позабалансові звіти, а також самого балансу. Цей метод популярний через доступність вхідних даних, адже фінансова звітність готується регулярно і, як правило, є публічно розкритою (Čihák і Ong, 2014). Крім того, інформація фінансової звітності досить стандартизована, завдяки чому можна проводити порівняльний аналіз між банками та застосовувати цей підхід на рівні всієї системи. Деталізація даних дає змогу використовувати як підходи “згори – вниз”, так і “знизу – вгору”, визначаючи фактори ризику на рівні окремих установ та для системи в цілому (Schmieder і Schumacher, 2014). *Мережевий підхід* дає змогу оцінювати вразливість до ризиків, що виникають унаслідок системної пов’язаності фінансових установ, котрі оперують на внутрішньому чи світових фінансових ринках. Мережевий аналіз бажано поєднувати з регулярними стрес-тестами, доповнюючи таким чином оцінку вразливості конкретної фінансової установи аналізом взаємозв’язків між установами, що можуть привести до “ефекту доміно” (Espinoza-Vega і Sole, 2014).

Попри свою популярність, стрес-тести на основі фінансової звітності мають певні недоліки, пов’язані переважно з відмінностями в стандартах бухгалтерського обліку, ризиками маніпуляцій із фінансовою звітністю та ретроспективним характером звітів (Chan-Lau, 2014). Альтернативний підхід ґрунтується на ринковій оцінці ризиків, що відображається в цінах на фінансові інструменти (Čihák і Ong, 2014). У підході *на основі показників власного капіталу* використовується інформація щодо вартості цінних паперів на вторинних ринках. Незважаючи на те, що облігації і кредитні дефолтні свопи є кращим джерелом інформації, оскільки їхня ціна краще відображає платоспроможність емітента, акції використовуються частіше через вищу ліквідність та доступність даних. Імовірність дефолту, що оцінюється на основі цін на цінні папери, може використовуватися для розрахунку потенційних збитків за різних стресових сценаріїв (Ка-

pinos i Mitnik, 2015). Підхід, який ґрунтується на *теорії екстремальних значень (ТЕЗ)*, зосереджений на виявленні екстремальних подій (ризиків у “хвостах” розподілу), які можуть негативно вплинути на фінансову систему або окремі установи. Цей метод використовує статистичні та економетричні моделі для оцінки наслідків настання екстремальних подій (Mitra, 2014). *Аналіз умовних вимог (“опціонів”)* ґрунтується на поєднанні балансових даних і прогнозованої інформації на основі даних з фондових ринків. Він оцінює кредитний ризик, ураховуючи зміну цін на активи та витрати за борговими зобов’язаннями (Gray та інші, 2014).

Макрофінансовий підхід дає комплексне уявлення про фінансову стабільність, оцінюючи стабільність окремих установ, їхню взаємопов’язаність і вплив на економіку в цілому. Цей метод враховує зв’язки між фінансовим і нефінансовим секторами економіки, він може бути реалізований на основі даних фінансової звітності і ринкових показників (Čihák i Ong, 2014; Maechler, 2014).

Стрес-тести можуть проводитися з використанням підходу “знизу – вгору” або “згори – вниз”. Підходом “знизу – вгору” передбачається, що банки самостійно проводять стрес-тести, тоді як регулятор забезпечує методологічну підтримку та проводить верифікацію результатів. Оскільки банки мають краще уявлення про власні позиції під ризиком, підхід “знизу – вгору”, на думку МВФ, є більш інформативним щодо ризиків та вразливості до них фінансових установ (Blaschke та інші, 2001). Якщо регулятор використовує централізований підхід до стрес-тестування, застосовуючи єдину методологію та дані, надані банками, – це є підходом “згори – вниз”. Встановлення вимоги щодо обов’язковості стрес-тестування є відносно новою практикою, а відсутність формалізованих настанов щодо розробки стрес-тестів сприяла активізації наукових досліджень на цю тему, причому більшість досліджень орієнтована переважно на підхід “згори – вниз”, тоді як методи “знизу – вгору” менш поширені (Karinos i Mitnik, 2015).

За структурою стрес-тести, як правило, складаються з кількох моделей: головна модель доповнюється сателітними. Як засвідчила світова фінансова криза, попередні методи стрес-тестування не давали змоги адекватно оцінити стабільність і надійність фінансової системи. З метою подолання цих недоліків було розроблено нові підходи, серед яких – евристичний метод, запропонований Талебом та іншими (2012). Він дає змогу оцінити вразливість банку до недооцінки впливу екстремальних подій. Згідно з Талебом та іншими (2012) не виявлення опуклості або нелінійності зв’язку між впливом негативної події та результатом може призвести до недооцінки такого шоку, а відтак і до надмірної вразливості фінансової системи. Натомість автори пропонують евристичний метод, яким оцінюється чутливість фінансових результатів (прибутку/збитків) до зміни стресора. В результаті цього фінансова установа вважатиметься вразливою до вищого рівня волатильності, якщо зв’язок між посиленням стресора та збитками виявиться нелінійним, як це часто буває у випадку складних і взаємозалежних ринків (Taleb та інші, 2012).

Таблиця 1. Вибір підходів до стрес-тестування (СТ): порівняльна таблиця

Країна	США	ЄС	Великобританія
Період	2015	2014	2015 (триває)
Програма	СТ в рамках закону Додда-Френка	СТ в усіх державах – членах ЄС (ЄСБН)	СТ Банку Англії
Сфера застосування			
“Знизу – вгору”	Не релевантно	ЄСБН розробила методологію стрес-тестування, банки провели тести, місцеві регулятори забезпечували підтримку та моніторинг	Банки надають свої прогнози. Банк Англії використовує їх як відправну точку для проведення стрес-тестування, вносячи свої корективи. В подальшому Банк Англії має намір збільшити роль власних моделей СТ (підхід “згори – вниз”)
“Згори – вниз”	Наглядний стрес-тест*	Не релевантно	

Країна	США	ЄС	Великобританія
Критерії участі	ХКБ** із загальним обсягом консолідованих активів у розмірі 50 млрд. дол. США або більше та небанківські фінансові компанії, обрані Наглядним комітетом із фінансової стабільності (НКФС)	Вибірка банків, яка охоплює щонайменше 50% національного банківського сектору в кожній країні – члені ЄС за сукупними консолідованими активами (на кінець 2013 року)	Включаються всі банки, які є об'єктом регулювання з боку Установи з пруденційного нагляду (PRA), та будівельні товариства із загальним обсягом роздрібних депозитів понад 50 млрд. фунтів стерлінгів
Установи	31 ХКБ	123 банківські групи з 22 країн	Сім найбільших банків Великобританії та будівельних товариств
Рівень консолідації	Холдингова компанія банку	Банківська група	Найвищий рівень консолідації в межах Великобританії
Джерела даних	Дані, зібрані Федеральною резервною системою з обов'язкової звітності фінансових установ, та галузеві дані від третіх сторін	Дані, зібрані національними органами (регуляторами)	Дані банків, дані Банку Англії та аналітичні матеріали третіх сторін
Прогнозний період	9 кварталів (IV квартал 2014 року – IV квартал 2016 року)	3 роки (2014 – 2016)	5 років
Сценарії	Базовий, несприятливий, у край негати́вний	Базовий, несприятливий	Базовий сценарій, річний циклічний сценарій і додатковий сценарій, призначений для оцінки стійкості системи до ризиків, які прямо не пов'язані з фінансовим циклом (сценарій тестується один раз на два роки) ****
Опис підходу до стрес-тестування	Прогнозувався баланс ХКБ, активи, зважені на ризик, чистий прибуток і відповідні коефіцієнти достатності капіталу в умовах накладання стресових сценаріїв. Чотири коефіцієнти капіталу у СТ 2015 стосувалися власного капіталу, капіталу 1-го рівня, загального капіталу та леввериджу капіталу 1-го рівня	Оцінювався вплив факторів ризику на платоспроможність банків (основна увага приділялася платоспроможності і ринковим ризикам) шляхом розрахунку показників адекватності акціонерного капіталу першого рівня	Використовує запропоновану ЄСБН структуру з певними коригуваннями, зокрема: <ul style="list-style-type: none"> використання припущення щодо статичності балансу (ЄСБН) порівняно з моделюванням зміни розміру та складу балансу (БА); встановлення верхньої межі для доходів та нижньої межі для витрат (ЄСБН) порівняно з відсутністю таких обмежень (БА); використання додаткових моделей і аналізу: стрес-тест БА використовує набір аналітичних інструментів додатково до власних прогнозів банків-учасників для оцінки впливу сценаріїв на показники прибутковості і коефіцієнти достатності капіталу банків
Оприлюднення результатів	Детальне розкриття результатів щодо окремих банків (вимагається відповідно до закону Додда-Френка)***	Розкриття агрегованих результатів на рівні країни (ЄСБН). Кожен місцевий регулятор оприлюднює результати щодо окремих банків	Повне розкриття агрегованих результатів (консолідованих по всьому банківському сектору), розкриття лише показників достатності капіталу по окремих банках

* Відповідно до закону Додда-Френка окремі фінансові установи також зобов'язані проводити власні стрес-тести один/два рази на рік.

** ХКБ – холдингова компанія банку.

*** Законом Додда-Френка також вимагається, щоб ХКБ розкривали результати внутрішніх стрес-тестів.

**** Усі банки також зобов'язані проводити широкий спектр стрес-тестів та сценарний аналіз, відповідно до їхніх бізнес-моделей, у рамках програми ІСААР (результати не оприлюднюються).

Джерела: Банк Англії (2015), Банк Англії (2014), веб-сайти ФРС, ЄСБН (2014), ФРС, ЄСБН (2015).

III. Підхід НБУ до стрес-тестування української банківської системи

24 квітня 2015 року Національний банк України (НБУ) ініціював діагностичне обстеження української банківської системи як обов'язкової частини програми співпраці між Україною та МВФ у рамках угоди розширеного фінансування (EFF). Метою діагностичного обстеження була оцінка якості портфелів активів та потенційних потреб банків у капіталі протягом трирічного періоду 2015 – 2017 рр. Перший етап обстеження складався з аналізу якості активів (AQR) та слугував основою для другого етапу – стрес-тесту. Дані, отримані від груп виїзного інспектування, лягли в основу стрес-тестів, поряд з інформацією, отриманою з реєстрів НБУ і безпосередньо від банків.

Опис стрес-тесту

Стрес-тест НБУ був зосереджений головним чином на оцінці платоспроможності українських банків в умовах обраного сценарію, при цьому оцінювався кредитний ризик (за балансовими активами та позабалансовими зобов'язаннями; кредитними позиціями та позиціями в боргових цінних паперах), ризик процентного спреду, валютний ризик та ризик концентрації заборгованості великих позичальників у кредитному портфелі банків.

Стрес-тест охоплював 20 найбільших українських банків та здійснювався на найвищому рівні консолідації в межах України, водночас консолідація обмежувалася периметром банківської групи. Обстеження передусім стосувалося заборгованості резидентів України, та особлива увага приділялася великим позиціям у кредитному портфелі та портфелі боргових цінних паперів (ЦП). Усі вхідні дані були зафіксовані станом на 31.03.2015, прогностичний період становив три роки (2015 – 2017). Попри поширеність підходів на основі кількох сценаріїв, НБУ використовував єдиний базовий макроекономічний сценарій, розроблений спільно з МВФ. Рішення про відмову від застосування негативних стресових сценаріїв було обґрунтоване тим, що Україна вже досягла нижньої межі економічної кризи, тож прогнозування додаткових макроекономічних потрясінь створювало б нереалістично негативний сценарій. Використаним базовим сценарієм передбачалося поступове відновлення економіки України, починаючи з 2016 року.

Прогнози деяких основних макроекономічних показників наведені в таблиці 2. На кінець 2015 року, зауважуємо, що фактичні значення за цей рік близькі до прогнозованих.

Таблиця 2. Базовий макроекономічний сценарій

№ п/п	Показник	2014	2015*	2016*	2017*
1	Реальний ВВП, зміна порівняно з попереднім роком, відсотки	-6.8	-9.0	2.0	3.5
2	Дефлятор ВВП, порівняно з попереднім роком, відсотки	14.8	39.0	12.0	9.9
3	Номінальний ВВП, зміна порівняно з попереднім роком, відсотки	7.0	26.4	14.2	13.7
4	Міжбанківський курс гривня/долар США, кінець періоду	15.8	23.5	24.4	24.9
5	Міжбанківський курс гривня/долар США, середній за період	12.0	22.0	24.1	24.7
6	Індекс споживчих цін, порівняно з попереднім роком, відсотки	24.9	45.8	12.0	8.0

№ п/п	Показник	2014	2015*	2016*	2017*
7	Базовий індекс споживчих цін, порівняно з попереднім роком, відсотки	22.8	35.0	8.5	6.1
8	Інфляція цін виробників, порівняно з попереднім роком, відсотки	31.8	31.8	12.5	10.9
9	Кредитна процентна ставка в гривні, відсотки	17.2	21.1	15.8	13.7
10	Депозитна процентна ставка в гривні, відсотки	11.7	12.9	9.3	7.6
11	Кредитна процентна ставка у валюті, відсотки	8.7	8.3	8.4	8.5
12	Депозитна процентна ставка у валюті, відсотки	6.7	6.5	5.8	5.5
13	Середньомісячна заробітна плата, гривні	3 480	4 256	4 958	5 628
14	Реальна заробітна плата, зміна порівняно з попереднім роком, відсотки	-6.5	-18.5	2.0	3.3
15	Рівень безробіття (МОП)	9.3	11.5	11.0	9.4

* Прогноз

Цільовим результатом обстеження була оцінка потреби в додатковому капіталі 1-го рівня і регулятивному капіталі протягом 2015 – 2017 рр. для кожного з 20 банків із наступною підготовкою та поданням планів докапіталізації.

Структура стрес-тесту

НБУ використав балансовий підхід до стрес-тестування на основі даних, отриманих від банків та скоригованих виїзним інспектуванням на етапі аналізу якості активів. Структура стрес-тесту складалася з трьох моделей. Дві з них були, по суті, сателітними – модель стрес-тестування великих позичальників (ВП) та модель стрес-тестування решти заборгованості, – результати яких було інкорпоровано в основну, балансову модель (БМ). Взаємозв'язки між моделями наведені на рисунку 3.

Рисунок 3. Взаємозв'язок між трьома моделями стрес-тестування



Відмінністю нинішнього підходу НБУ порівняно з попередніми стрес-тестом 2014 року став поділ усіх позицій під ризиком на три категорії: кредити державних установ та підприємств державної форми власності, кредити великих позичальників та кредити інших позичальників. До кредитів великих позичальників були віднесені кредити, що перевищують 200 млн. грн., або 5% від регулятивного капіталу банку. Всі кредити банку, а також позиції в боргових цінних паперах, що відповідали зазначеним критеріям, крім кредитів та ЦП державного сектору, аналізувалися за допомогою окремої Ексель-моделі. Фінансові показники великих позичальників банку моделювалися на прогнозний період 2015 – 2017 рр. Далі оцінювалися міграції кредитів у категорію негативно класифікованих із відповідною зміною резервів під активні операції. Решта позичальників, що не підпадала під визначення великих, стрес-тестувалася на портфельній основі з використанням економетричних моделей для прогнозування міграції кредитів і зміни резервів. Аналіз великих позичальників на індивідуальній основі не є поширеною практикою серед національних регуляторів, частково через високі ресурсні та часові затрати. Проведення НБУ індивідуального стрес-тестування кредитів великих позичальників було важливим через:

1. Високу концентрацію кредитів великих позичальників у портфелях банків.
2. Високий ризик кредитування пов'язаних осіб.
3. Суттєві розбіжності у якості активів між банками.
4. Низький рівень прозорості структури власності.

Оцінка кредитів великих позичальників на індивідуальній основі дала змогу врахувати відмінності щодо якості активів та застави між українськими банками.

Кредити, що стрес-тестувалися на портфельній основі

З метою створення відносно однорідних груп позичальників зі схожими характеристиками кредитний портфель було поділено на субпортфелі згідно з наведеним нижче рисунком 4.

Кредити, надані державним установам і підприємствам державної форми власності, не стрес-тестувалися. Кредити інших юридичних осіб (які не були класифіковані як великі) та фізичних осіб стрес-тестувалися на портфельній основі.

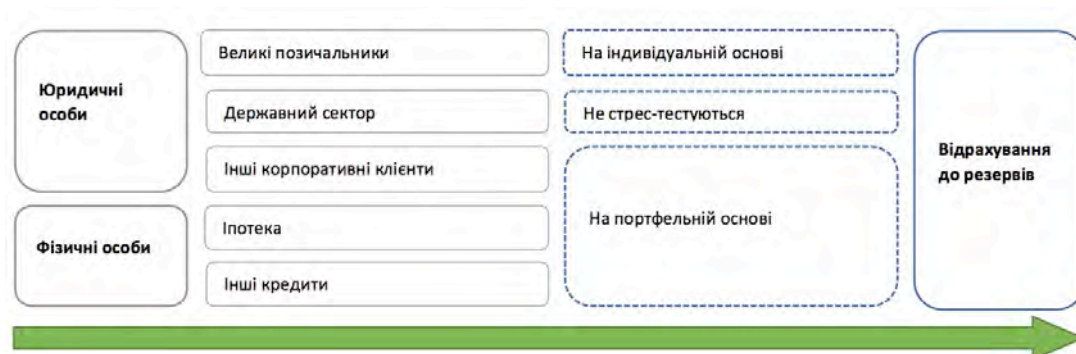
Для прогнозування змін частки негативно класифікованих кредитів за кожним із шести сегментів, що аналізувалися на портфельній основі (інші юридичні особи, іпотека, інші кредити фізичним особам - у розрізі національної та іноземної валют) НБУ використовував багатофакторні лінійні регресії за методом найменших квадратів. Зміна частки негативно класифікованих кредитів була залежною змінною, а зміни макроекономічних показників – реального ВВП, ІСЦ, відсоткових ставок за кредитами та депозитами в національній та іноземних валютах, курсу гривня/долар США, номінальної заробітної плати, рівня безробіття – незалежними. Параметри регресії були оцінені на основі квартальних даних, зібраних протягом 2006 – 2014 років. Прогнозні зміни часток негативно класифікованих кредитів для кожного сегмента були застосовані до фактичної структури кредитного портфеля кожного банку. Для кредитів, які мігрували до категорії негативно класифікованих, застосовувались історичні рівні резервування (перевірені на першому етапі Діагностики), втім, не нижчі за визначений мінімальний рівень (55 – 70%).

Стрес-тестування великих позичальників

Засади стрес-тестування великих позичальників визначалися нормативами НБУ, ґрунтуючись на базельських принципах та міжнародних практиках стрес-тестування.

У нормативно-правових актах НБУ виділяються п'ять категорій якості активів, при цьому четверта й п'ята категорії вважаються негативно класифікованими. На 1 – етапі Діагностики усі кредити було поділено на п'ять відповідних категорій. Лише кредити, які належали до 1 – 4 категорій якості, стрес-тестувались, водночас кредити 5 категорії утримувались у складі кредитного портфеля протягом 2015 – 2017 рр. із коригуваннями на зміну обмінного курсу. Відповідно до Постанови Правління Національного банку України від 25.01.2012 р. №23 “Про затвердження Положення про порядок формування та використання банками України резервів для відшкодування можливих втрат за активними банківськими операціями”, недотримання певних регуляторних вимог (наприклад, несвоєчасне подання фінансової

Рисунок 4. Підходи до стрес-тестування компонентів кредитного портфеля



звітності) може призвести до віднесення працюючого кредиту до 4 категорії. З огляду на це 4 категорія була включена до стрес-тестування, задля уникнення вилучення фактично працюючих активів.

Відповідно до нормативно-правових актів НБУ ймовірність дефолту (показник ризику) за кредитом визначається його категорією якості, а також якісними та кількісними показниками, що характеризують здатність позичальника обслуговувати та гасити кредит протягом терміну дії кредитного договору. Категорія якості кредиту, в свою чергу, визначається комбінацією двох показників – фінансового класу позичальника та стану обслуговування боргу. Фінансовий клас позичальника визначається його фінансовим станом (через відповідні фінансові коефіцієнти), а стан обслуговування боргу – фактичною своєчасністю/простроченням сплати процентів та тіла кредиту, а також здатністю обслуговувати борг.

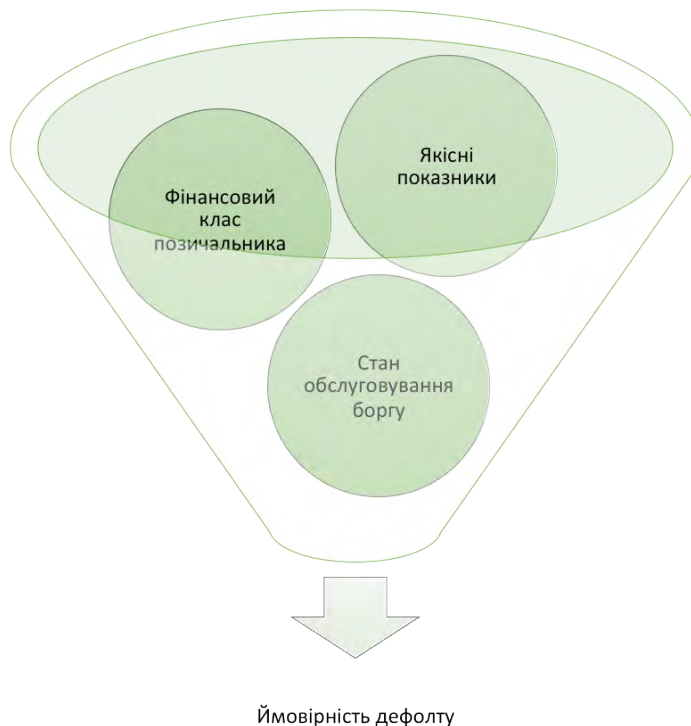
Прогнозування фінансового стану позичальників на 2015 – 2017 рр. передбачало віднесення кожного з них до одного з дев'яти класів залежно від значення їхніх інтегральних показників (розрахованих як лінійна комбінація певних фінансових коефіцієнтів) у межах, визначених для кожної галузі та стандарту звітності. Для розрахунку фінансових коефіцієнтів, що лягли в основу інтегральних показників, моделювався фінансовий стан позичальників, ґрунтуючись на даних 2013 – 2014 рр. та I кварталу 2015 року. Були застосовані такі припущення:

- зміни фінансового стану позичальника значною мірою визначаються змінами макроекономічних показників. Наприклад, прогнози доходів від реалізації прив'язані до зростання номінального обсягу виробництва, що визначається через ВВП та ІСЦ/ІЦВ;
- зміни в статтях балансу зумовлені змінами відповідних статей звіту про фінансові результати;
- зміна прогнозованої суми заборгованості визначається погашенням заборгованості та потребами у фінансуванні (оцінюється через короткострокові кредити);
- прогнози ґрунтуються виключно на історичних даних, без урахування будь-яких майбутніх доходів/витрат, пов'язаних з упровадженням/припиненням бізнес-проектів, оптимізаційних ініціатив та/або залучення нових клієнтів.

Стан обслуговування боргу позичальниками у 2015 – 2017 рр. оцінювався на основі зіставлення прогнозованих грошових потоків та запланованих обсягів погашення заборгованості для кожного періоду. Якщо очікувані грошові потоки були недостатніми, прогнозувалося погіршення стану обслуговування боргу, але не більше ніж на 1 – 2 позиції нижче поточного рівня: на одну позицію для позичальників без сукупності ознак високоризикових кредитів, на дві позиції для позичальників зі встановленими ознаками високоризикових кредитів.

У процесі оцінки ймовірності дефолту також враховувалися такі якісні фактори: наявність фінансової звітності, перевіреної зовнішнім аудитором; ознаки високої ризиковості кредиту й історія бізнесової діяльності позичальника. Для оцінки ризиковості позичальника враховувалися такі показники, як співвідношення між заборгованістю і доходами від реалізації та кількість працівників.

Рисунок 5. Оцінка ймовірності дефолту



Відповідно до Постанови Правління Національного банку України від 25.01.2012 р. №23 “Про затвердження Положення про порядок формування та використання банками України резервів для відшкодування можливих втрат за активними банківськими операціями” та Базельських принципів резерви під знецінення кредитів оцінювалися на рівні очікуваних збитків від кредитних операцій, що визначалися розміром заборгованості під ризиком, імовірністю дефолту позичальника й кількістю та якістю застави, наданої як забезпечення.

$$EL_i = EAD_i \times PD_i \times LGD_i = PD_i \times (EAD_i - \text{Вартість забезпечення скор.}_i)$$

$$\text{де } LGD_i = 1 - RR_i = 1 - \frac{\text{Вартість забезпечення скор.}_i}{EAD_i}$$

EAD_i – заборгованість під ризиком дефолту,

PD_i – оцінена ймовірність дефолту;

LGD_i – оцінка рівня збитків у разі настання дефолту;

RR_i – оцінка рівня погашення заборгованості у разі настання дефолту;

Вартість забезпечення скор. – оціночна ринкова вартість забезпечення, скоригована на коефіцієнт ліквідності і витрати реалізації.

Методологією стрес-тестування дозволялося використання консолідованої фінансової звітності позичальників, які належали до бізнес-груп, сприяючи більш комплексному розумінню ризиків, притаманних таким позичальникам.

Згідно з підходом до стрес-тестування, запровадженим НБУ, оцінка якості кредиту і ймовірності дефолту корпоративного позичальника значною мірою визначалися фінансовим станом такого позичальника, що є усталеною практикою в процесі здійснення стрес-тестування. Таким чином, регулятор аналізував внутрішню здатність компанії генерувати грошові потоки для обслуговування боргу, а не лише фіксував своєчасність платежів (стан обслуговування боргу).

Модель банку: прогнозування балансу та звіту про фінансові результати

Для цілей стрес-тестування було зроблено прогнози фінансової звітності банків (баланс і звіт про фінансові результати) на три роки – 2015, 2016 і 2017-й. Основним припущенням, що лягло в основу методології стрес-тестування, було припущення про фіксований баланс та бізнес-мікс. Припускалося, що протягом прогнозного періоду структура активів та фондування банку залишатимуться незмінними. Активи та зобов'язання, термін погашення яких спливає протягом горизонту прогнозування, замінюються аналогічними фінансовими інструментами, за критеріями типу та кредитної якості. Таким чином, зміни статей балансу були можливі лише внаслідок:

- зміни обмінного курсу (активи, зобов'язання);
- зміни категорії якості активів (активи);
- конвертації безвідкличних позабалансових кредитних зобов'язань великих позичальників (активи);
- зміни нерозподіленого прибутку/збитку внаслідок отримання прибутку/збитку за звітний період (капітал).

Також припускалося, що протягом прогнозного періоду банки утримуватимуться від сплати дивідендів своїм акціонерам та/або погашення субординованого боргу.

Прогнозування фінансових результатів включало витрати на додаткове формування резервів під знецінення заборгованості, які оцінювалися за допомогою сателітних моделей (індивідуально для кредитів великих позичальників і на портфельній основі для всіх інших кредитів), а також інші статті доходів/витрат. Було зроблено коригування на ефект зміни процентних ставок (interest rate sensitivity gap), ефект трансмісії зміни ринкових ставок за активами/зобов'язаннями та виключення разових доходів і витрат. Включення ефекту трансмісії дало змогу врахувати різниці в русі процентних ставок між різними типами активів та зобов'язань. Застосування ефекту зміни процентних ставок (gap effect) дало можливість врахувати ризики, що виникають унаслідок різної чутливості активів та зобов'язань до зміни процентних ставок.

Ефект зміни процентних ставок розраховувався для активів та зобов'язань, які погашалися (інструменти з фіксованою ставкою), або процентна ставка за якими переглядалась (інструменти з плаваючою ставкою) протягом короткострокового періоду в один рік. Усі активи та зобов'язання, чутливі до зміни процентної ставки, розподілялися за окремими "часовими слотами" залежно від їх погашення/перегляду ставки (Blaschke та інші, 2001). Прогнозований процентний дохід відображав ефект переоцінки (зміни процентних ставок) для нових позицій або зміни в базисній ставці для позицій із плаваючими ставками. Спрощену формулу для розрахунку коригування на ефект зміни процентних ставок (ΔNII_t^g) наведено нижче.

$$\Delta NII_t^g = \sum_{i=1}^k ((A_{i,t} \times \Delta R_{a,t} - L_{i,t} \times \Delta R_{l,t}) \times (\frac{\text{початок}_i + \text{закінчення}_i}{2 \times 360}))$$

де $R_{a/l,t}$ - ефективна відсоткова ставка для активу a (пасиву l) за період t ,

$\Delta R_{a/l,t}$ – зміна середньозваженої ефективної відсоткової ставки за активами/пасивами за умови паралельної зміни відсоткових ставок за кредитами і депозитами,

$A_{a,t}, L_{l,t}$ – середні активи/зобов'язання, чутливі до зміни відсоткової ставки, за період t ,

$\frac{\text{початок}_i + \text{закінчення}_i}{2 \times 360}$ – коефіцієнт коригування строку погашення (середина часового відрізка), визначений відповідно до таблиці 3.

Модель банку: оцінка вимог до достатності капіталу

Для кожного прогнозного періоду розмір основного капіталу (капіталу першого рівня) оцінювався як сума капіталу першого рівня за попередній період і чистого прибутку за поточний період із певними коригуваннями. Якщо прогнозний капітал першого рівня протягом горизонту стрес-тестування опускався нижче свого граничного значення, виникала потреба в докапіталізації.

Таблиця 3. Структура строків чутливості до процентних ставок

Погашення	Початок	Кінець	Фактор коригування
На вимогу	0	0	0.000
0 – 1 місяць	0	30	0.042
1 – 3 місяці	30	90	0.167
3 – 6 місяців	90	180	0.375
6 – 12 місяців	180	360	0.750
Більше 12 місяців	360	NA	1.000

Таблиця 4. Оцінка потреби в докапіталізації на 2015 – 2017 рр.

2015 р.	2016 р.	2017 р.
Капітал 1-го рівня (1 кв. 2015, з коригуваннями за результатами діагностики)	Капітал 1-го рівня (2015, кінець періоду)	Капітал 1-го рівня (2016, кінець періоду)
+	+	+
Операційний прибуток	Операційний прибуток	Операційний прибуток
-	-	-
Зміна в резервах (збільшення)	Зміна в резервах (збільшення)	Зміна в резервах (збільшення)
+/-	+/-	+/-
Інші коригування	Інші коригування	Інші коригування
÷	÷	÷
Активи, зважені на ризик (із коригуваннями за результатами Діагностики)	Активи, зважені на ризик (2015, кінець періоду) + Зміна в АЗР	Активи, зважені на ризик (2016, кінець періоду) + Зміна в АЗР
=	=	=
Коефіцієнт достатності капіталу 1-го рівня (2015)	Коефіцієнт достатності капіталу 1-го рівня (2016)	Коефіцієнт достатності капіталу 1-го рівня (2017)

Регулятивний капітал розраховувався як сума капіталів першого та другого рівнів мінус відвернення. Відповідно до нормативів НБУ розмір капіталу другого рівня, який враховується до регулятивного капіталу, не може перевищувати розмір капіталу першого рівня (Капітал 2-го рівня \leq Капітал 1-го рівня). Чимало українських банків задовольняють вимогу щодо додаткового капіталу шляхом залучення субординованого боргу. Протягом прогнозного періоду розмір субординованого боргу було зафіксовано на рівні 01.04.2015 із коригуваннями на обмінний курс (для боргу, деномінованого в валюті) та графік амортизації (згідно з банківськими нормативами).

Якщо за результатами стрес-тестування було виявлено недостатність капіталу першого рівня та регулятивного капіталу, для поглинання шоків, передбачених сценарієм, НБУ вимагав подання банками планів докапіталізації для задоволення мінімальних вимог до капіталу. Графік подання та реалізації таких планів було складено НБУ відповідно до меморандуму з МВФ¹. Основні часові віхи та мінімальні вимоги до капіталу згідно із цією угодою викладено в таблиці 5.

¹ Домовленості відповідно до чинної угоди про розширене фінансування (EFF) між Україною та МВФ.

Таблиця 5. Мінімальний коефіцієнт достатності капіталу

Коефіцієнт достатності капіталу	2016	2017
Капітал 1-го рівня, відсотки	4%	6%
Регулятивний капітал, відсотки	5%	7%

IV. Перспективи

Поточна методологія стрес-тестування НБУ дала змогу здійснити ретельний багатосторонній аналіз фінансової стабільності найбільших українських банків, на основі якого будуть вжиті заходи з підвищення достатності капіталу. З еволюцією економічних умов методологія стрес-тестування потребуватиме оновлення та вдосконалення.

Одним із напрямів подальшого розвитку є включення до методології несприятливих макроекономічних сценаріїв. У 2015 році українські банки проходили стрес-тестування на основі базового сценарію, який є, по суті, проєкцією поточного стану економіки у прогностичні періоди. В майбутньому необхідним буде збільшення кількості сценаріїв із включенням негативного та вкрай негативного, а також стрес-тестування фінансової системи за окремими видами ризиків, вплив яких може бути матеріальним.

Стрес-тестування інших видів ризиків (ризик ліквідності, ринковий ризик і т. д.) разом зі стрес-тестом платоспроможності або окремо від нього буде дуже корисним із точки зору комплексного розуміння стійкості фінансової системи до потенційних шоків.

Специфіка фінансової системи України, що характеризується відносно невеликим міжбанківським ринком, практично неіснуючими ринками цінних паперів і високою концентрацією традиційних кредитів корпоративних і роздрібних клієнтів у структурі активів банків, вплинула на дизайн моделі стрес-тесту. Разом з еволюцією фінансової системи моделі стрес-тестування також розвиватимуться.

Оскільки Україна багато працює над збільшенням прозорості й відповідності міжнародним банківським стандартам, повніше розкриття інформації щодо методів та результатів стрес-тестування є вкрай необхідним. Це питання залишається чутливими для банківського співтовариства, тому перехід має бути поступовим і виваженим.

V. Висновки

У статті здійснено огляд методології стрес-тестування, розробленої НБУ спільно з МВФ з метою оцінки стійкості вітчизняного банківського сектору. Модель стрес-тестування ґрунтувалася на досвіді та практиках міжнародних регуляторів та наднаціональних організацій, відповідальних за фінансову стабільність. Спираючись на численні наукові дослідження, які покривають різні аспекти стрес-тестування, українська методологія була адаптована до особливостей місцевого економічного та бізнес-середовища. Прогнозна за своєю суттю методологія стрес-тестування фокусувалася на оцінці очікуваних збитків за портфелем великих позичальників. Крім того, дозволялося використання консолідованої фінансової звітності позичальників, які належали до бізнес-груп, сприяючи більш комплексному розумінню ризиків, притаманних таким позичальникам.

Згідно з методологією стрес-тестування НБУ оцінка якості кредиту і ймовірності дефолту корпоративного позичальника значною мірою визначалися фінансовим станом такого позичальника. Таким чином, регулятор аналізував внутрішню спроможність компанії генерувати грошові потоки для обслуговування боргу, а не лише фіксував своєчасність платежів (стан обслуговування боргу). Такий підхід дав змогу сконцентруватися на життєздатності і стійкості бізнесу позичальника та виявився реалістичнішим із точки зору оцінки кредитної якості.

З метою повнішого врахування характеристик позичальника, які впливають на кредитний ризик, методологією було розширено використання якісних показників. Серед факторів, котрі брали участь в оцінці, були кількість працівників, тривалість бізнес-діяльності та наявність зовнішнього аудиту фінансової звітності.

Рішення провести стрес-тестування великих позичальників на індивідуальній основі виявилось виправданим. Моделювання фінансового стану позичальників протягом 3-річного періоду дало змогу оцінити їхню здатність обслуговувати й погашати свої кредити, даючи реалістичнішу картину рівня негативно класифікованої заборгованості за портфелем великих позичальників конкретного банку.

Ці та інші доповнення і зміни до діючої методології стрес-тестування НБУ допомогли поліпшити якість аналізу та подальших рекомендацій. Однак робота ще не закінчена: з розвитком української фінансової системи моделі та підходи до стрес-тестування мають бути доопрацьовані. Економічні піднесення і спади неминучі, руйнівні шоки важко передбачувати і жоден інструмент, яким би “розумним” він не був, не зможе повністю вберегти від них. Незважаючи на це, стрес-тести можуть стати надійним компасом на шляху до безпечних берегів фінансової стабільності. А тому їх і надалі потрібно застосовувати і вдосконалювати.

Література

- Čihák M. and Ong L.L. (2014), Stress Testing at the International Monetary Fund: Methods and Models, A Guide to IMF Stress Testing: Methods and Models.
- Schmieider C. and Schumacher L. (2014), Introduction to the balance sheet-based approach to stress testing, A Guide to IMF Stress Testing: Methods and Models.
- Čihák M. (2014), Stress tester: a toolkit for bank-by-bank analysis with accounting data, A Guide to IMF Stress Testing: Methods and Models.
- Foglia A. (2009), Stress testing credit risk: a survey of authorities' approaches, International Journal of Central Banking.
- Kapinos P. and Mitnik O. (2015), A top-down approach to stress testing banks, FDIC working paper 2015-02.
- Bank of England (2015), The Bank of England's approach to stress testing the UK banking system. Available on the Internet at: www.bankofengland.co.uk/publications/Pages/news/2015/076.aspx.
- Blaschke W., Jones M. T., Majnoni G. and Martinez Peria S. (2001), Stress testing of financial systems: an overview of issues, methodologies, and FSAP experiences, IMF Working Paper 01/88.
- Principles for sound stress testing practices and supervision (2009), BIS Working Paper.
- Financial sector assessment programs (2015). Available on the Internet at: <https://www.imf.org/external/np/exr/facts/fsap.htm>.
- Espinosa-Vega M. A. and Sole J. (2014), Introduction to the network analysis approach to stress testing, A Guide to IMF Stress Testing: Methods and Models.
- Bank of England (2014), Stress testing the UK banking system: 2014 results. Available on the Internet at: <http://www.bankofengland.co.uk/financialstability/Documents/fpc/results161214.pdf>.
- CCAR and Stress Testing as Complementary Supervisory Tools (2015), Available on the Internet at: <http://www.federalreserve.gov/bankinforeg/ccar-and-stress-testing-as-complementary-supervisory-tools.htm>.
- Chan-Lau J. A. (2014), Introduction to the equity indicators-based approach to stress testing, A Guide to IMF Stress Testing: Methods and Models.
- Mitra S. (2014), Introduction to the extreme value theory approach to stress testing, A Guide to IMF Stress Testing: Methods and Models.
- Maechler A. M. (2014), Introduction to the macro-financial approach to stress testing, A Guide to IMF Stress Testing: Methods and Models.
- Gray D.F., Jobst A.A., Lim C.H. and Xiao Y. (2014), Introduction to the contingent claims analysis approach for stress testing, A Guide to IMF Stress Testing: Methods and Models.
- Results of 2014 EU-wide stress test, European Banking Authority (2014).
- Taleb N.N., Canetti E., Kinda T., Loukoianova E., and Schmieider C. (2012), A new heuristic measure of fragility and tail risks: application to stress testing, IMF Working Paper 12/216.
- Dodd-Frank Act Stress Test 2015: Supervisory Stress Test Methodology and Results, (2015). Federal Reserve Board. Available on the Internet at: www.federalreserve.gov/publications/default.htm.
- Jobst A. A., Ong L.L. and Schmieider C. (2013), A framework for macroprudential bank solvency stress testing: application to S-25 and other G-20 Country FSAPs, IMF working paper 13/68.
- Methodological note EU-wide stress test 2014 (2014). European Banking Authority.

ЕКОНОМЕТРИЧНА МОДЕЛЬ НАЦІОНАЛЬНОГО БАНКУ УКРАЇНИ ДЛЯ ОЦІНКИ КРЕДИТНОГО РИЗИКУ БАНКУ ТА АЛЬТЕРНАТИВНИЙ МЕТОД ОПОРНИХ ВЕКТОРІВ

■ Дмитро Pokidn
Національний банк України

Розвиток економетричних моделей кредитного ризику розпочався із z-моделі Альтмана у 1968 році. З того часу моделі стали більш складними, поширення набули такі методи машинного навчання, як штучні нейронні мережі (ANN) та метод опорних векторів (SVM). Ця стаття фокусується на застосуванні SVM, як моделі для передбачення дефолту. Вона починається із загального теоретичного вступу до SVM та деяких розповсюджених його альтернатив. Далі із використанням цих підходів будуються моделі оцінки кредитного ризику на основі даних НБУ по банківським клієнтам, що дає змогу порівняти точність SVM з точністю інших моделей. Хоча модель SVM загалом більш точна, в силу певних особливостей, описаних у статті, застосування SVM є децю суперечливим. У статті також презентовано результати моделі логістичної регресії (Logit), яка буде використовуватися НБУ для оцінки кредитних ризиків комерційних банків.

JEL: C45, C51, C52, C53

Ключові слова: машинне навчання, кредитний ризик, скорингова модель.

I. Вступ

Кредитний ризик, по суті, є ймовірністю того, що певний контрагент не зможе виконати свої зобов'язання перед банком щодо повернення позики. Базельський комітет з питань банківського нагляду приділяє велику увагу розвитку належного підґрунтя для кількісної оцінки ризику та заохочує впровадження підходу на основі внутрішнього рейтингу (IRB). Банкам рекомендується розробляти власні внутрішні моделі, аби належним чином оцінювати своїх клієнтів, що сприятиме наявності в банків достатнього обсягу капіталу для покриття очікуваних збитків.

Для розрахунку кредитного ризику НБУ зобов'язує банки використовувати одну конкретну економетричну модель. Причина цього в тому, що багато українських банків не мають добре налагоджених кредитних процесів, заснованих на загальноприйнятих статистичних підходах, тому НБУ ще не може повною мірою довіряти їхній оцінці кредитного ризику. Великі міжнародні групи мають такі процеси, однак вони дуже відрізняються. Крім того, деякі із цих груп користуються уніфікованими моделями, наданими головним офісом, проте вони можуть бути недостатньо адаптовані до української економіки.

■ Стаття є перекладом оригінальної статті англійською мовою. У разі будь-яких розбіжностей між оригінальною статтею та її перекладом українською мовою англійська версія статті має переважний статус.

У діючій постанові Правління Національного банку України № 23 від 25.01.2012, що визначає регуляторні правила оцінки резервів за активними операціями, роль такої моделі не була настільки важливою. Категорія якості кредиту визначалася як з урахуванням фінансового класу, що був визначений моделлю, так і якістю обслуговування кредиту. Внаслідок цього навіть компанія з поганою фінансовою звітністю з точки зору моделі, але яка ще не має простроченої заборгованості, розглядається як відносно платоспроможна.

Нове положення про оцінку кредитних ризиків передбачатиме, що визначальну роль для встановлення платоспроможності позичальника відіграватиме фінансовий стан позичальника – резервування буде в основному¹ визначатись фінансами підприємства. Тому питання вибору моделі оцінки кредитного ризику набуває більшої ваги. В цій статті із використанням даних українських банків порівнюється точність трьох моделей: лінійна дискримінантна модель (z-модель Альтмана, чи просто LDA), Logit та SVM.

II. Теоретична інформація

2.1. Лінійна дискримінантна модель (LDA)

У 1968 році Едвард Альтман запропонував лінійний дискримінантний аналіз у сфері прогнозування дефолтів (невиконання зобов'язань). З того часу він став дуже популярним, головним чином завдяки своїй простоті і відносно точним результатам. У даний час вона використовується НБУ як основна модель кредитного ризику відповідно до постанови, що має бути скасована (Постанова Правління Національного банку України “Про затвердження Положення про порядок формування та використання банками України резервів для відшкодування можливих втрат за активними банківськими операціями” № 23 від 25.01.2012).

LDA може використовуватися для мультикласифікації; однак у рамках прогнозування дефолтів ми маємо лише два класи: платоспроможні і неплатоспроможні компанії. Нехай π_i є апіорною вірогідністю класу i , $p(x|i)$ – умовним розподілом незалежних змінних x . Тоді розподіл апостеріорної ймовірності може бути записаний у такому вигляді:

$$p(i|x) = \pi_i p(x|i)$$

Допускається, що розподіл $p(x|i)$ є багатомірно нормальним:

$$p(x|i) = N(x|\mu_i, \Sigma),$$

де μ_i - це умовні середні значення, Σ – матриця коваріацій. Σ не має індексу i , оскільки допускається, що ця матриця однакова для обох класів².

Оскільки ми маємо лише два класи, позначимо їх як $i = 0$ та $i = 1$. Тоді, за умови лінійно роздільних даних, $\pi_0 N(x|\mu_0, \Sigma) \neq \pi_1 N(x|\mu_1, \Sigma)$ (звертаємо увагу, що π_1 також можливо записати як $(1-\pi_0)$). Ми віднесемо x до класу 0, якщо $\pi_0 N(x|\mu_0, \Sigma) > \pi_1 N(x|\mu_1, \Sigma)$, та в іншому випадку – до класу 1. Ґрунтуючись на цьому, можемо визначити точку, яка розділяє класи (розділяюча лінія) як

$$\ln \left(\frac{\pi_1 N(x|\mu_1, \Sigma)}{\pi_0 N(x|\mu_0, \Sigma)} \right) = 0.$$

Може бути доведено, що ця формула має ідентично представлена у вигляді простого лінійного рівняння

$$w^T x + w_0 = 0,$$

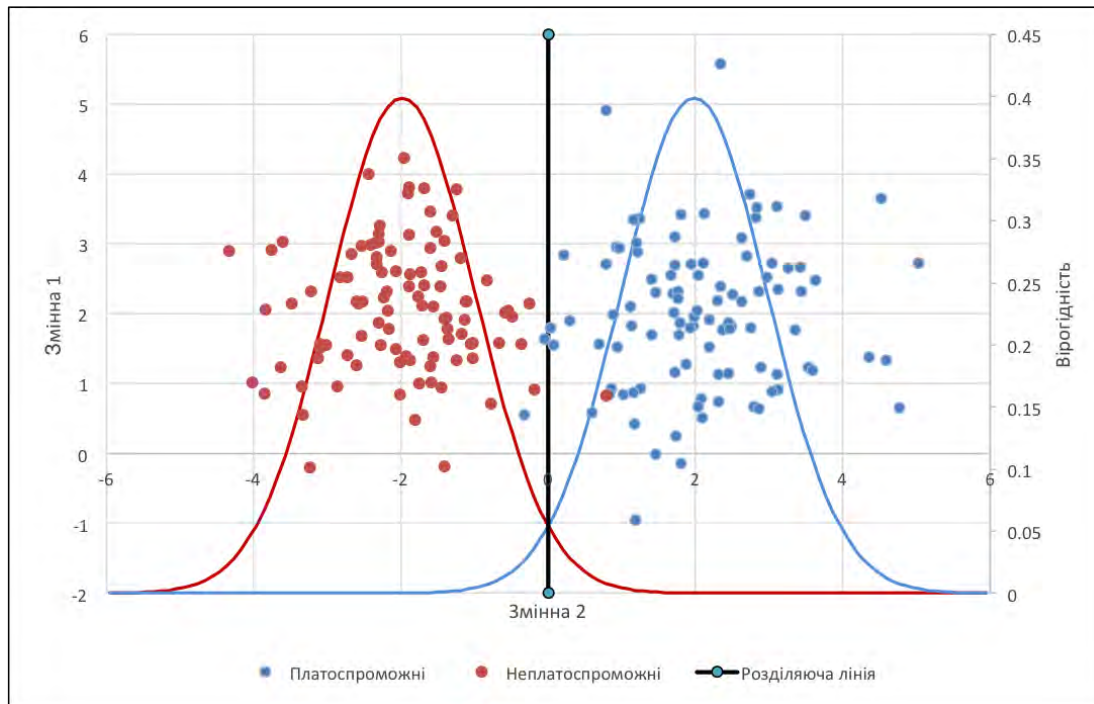
де w – вагові коефіцієнти, які потрібно оцінити.

Розглянемо ілюстрований приклад із рисунка 1. Червоні точки – це платоспроможні компанії, блакитні – неплатоспроможні. Видно, що їхні середні значення відрізняються. Нормальний розподіл накладено зверху, навколо цих середніх значень. Ми чітко бачимо, що через точку перетину двох розподілів, тобто там, де вірогідність потрапляння до кожного класу однакова, розміщена розділяюча лінія. Якщо точка потрапляє лівіше за лінію, вірогідність бути неплатоспроможним вища, ніж платоспроможним, тому точка класифікується відповідним чином.

¹ У постанові залишаються деякі якісні характеристики, які можуть скоригувати результат моделі.

² Мета припущення – зробити рівняння моделі лінійним. Для ознайомлення з повною теорією можна звернутися до Venables W. N. and Ripley B. D. (2002).

Рисунок 1. Принцип LDA



Вважається³, що модель дає відносно погані результати, коли вищезгадані припущення не виправдовуються, а це зазвичай так і є – фінансові коефіцієнти рідко розподіляються нормально хоча б тому, що багато з них не приймають значень нижче за 0, та малоймовірно те, що платоспроможні і неплатоспроможні компанії мають однакові матриці коваріацій між фінансовими коефіцієнтами, тому що, інтуїтивно, компанії з діаметрально протилежним статусом платоспроможності можуть мати різну відносність між змінними.

2.2. Логістична регресія

Тоді як LDA є лінійною параметричною моделлю, Logit-модель є нелінійною параметричною моделлю. Модель послаблює припущення багатомірного нормально розподілу та рівності матриць коваріацій і замість цього допускає логістичний розподіл вихідної змінної.

Нехай x буде незалежною змінною (y нашому випадку фінансовий коефіцієнт), β – коефіцієнт перед x . Припустимо, рівняння $\beta^T x + \beta_0$ визначає значення змінної z , яка потім іде до логістичної кумулятивної функції розподілу (CDF) $\Phi(\cdot)$ як параметр. Тоді кожна компанія i має власну вірогідність дефолту (PD):

$$PD(x_i) = \Phi(\beta^T x_i + \beta_0) = \Phi(z_i). \quad (1)$$

Очевидна задача – це максимізувати значення (1) для неплатоспроможних компаній (позначимо їх як $y = 1$) та мінімізувати його для платоспроможних ($y = 0$). Можемо записати це як

$$\max_{\beta} \prod_{i=1}^n [\Phi(\beta^T x_i + \beta_0)]^{y_i} [1 - \Phi(\beta^T x_i + \beta_0)]^{1-y_i}, \quad (2)$$

де n – розмір вибірки. Іншими словами, варіюючи β , ми намагаємося максимізувати добуток вірогідності дефолту PD (для неплатоспроможних компаній) чи вірогідності виживання (для платоспроможних компаній), що дорівнює $1 - PD$. Ця процедура називається методом максимальної вірогідності (maximum likelihood estimate). Зазвичай логарифм (2) береться для спрощення розрахунків, адже логарифм добутку дорівнює просто сумі логарифмів⁴.

³ Pohar M., Blas M., and Turk S. (2004) вивчали поведінку LDA та Logit за умов ненормального розподілу.

⁴ Hosmer D. W., Lemeshow S. (2000) надають детальніший опис Logit.

Рисунок 2. Принцип Logit

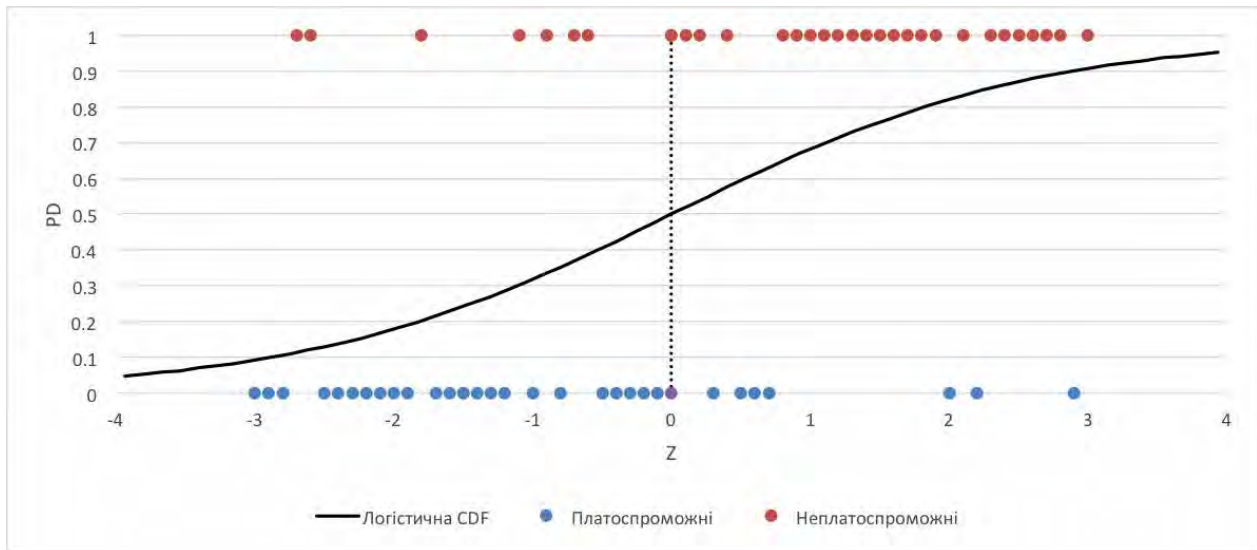


Рисунок 2 дає ілюстрацію Logit, позначення лишаються такими ж. На горизонтальній осі знаходиться z . Після (2) β встановлені на такому рівні, що z у середньому максимально різний між класами. Логістична CDF (чорна лінія) загалом вища для неплатоспроможних компаній. Однак точки, що розташовуються вгорі ліворуч, – це, звісно, помилки моделі, так само, як і точки внизу праворуч.

2.3. Метод опорних векторів

Bernhard E. Boser, Isabelle M. Guyon, Vladimir N. Vapnik (1995), впровадили SVM як нелінійний непараметричний алгоритм для класифікації. Останнім часом він стає дедалі популярнішим у рамках прогнозування дефолтів, оскільки все більше дослідників тестують і далі розвивають цю модель. Західні комерційні банки та рейтингові агентства також зацікавлені в цьому, і багато з них упроваджують SVM та пов'язані навчальні машинні методи в свою діяльність (McKinsey, 2015).

Регулятори також не уникають цих моделей. Дойче Бундесбанк використовував SVM під час кредитного скорингу нефінансових компаній до 2012 (Adrian Costeiu, Florian Negu (2013))⁵.

Розглянемо лінійне рівняння $h(x) = w^T x + b$, де x (як звичайно) є вектором незалежних змінних, w є вектором вагових коефіцієнтів і b є перетином. Це рівняння формує розділяючу гіперплощину, коли воно дорівнює нулю.

Так звана "маржа" відіграє ключову роль у SVM. Це, по суті, відстань від точки до розділяючої гіперплощини. Ми можемо розрізнити функціональну маржу і геометричну маржу. Функціональна маржа може бути сформульована як

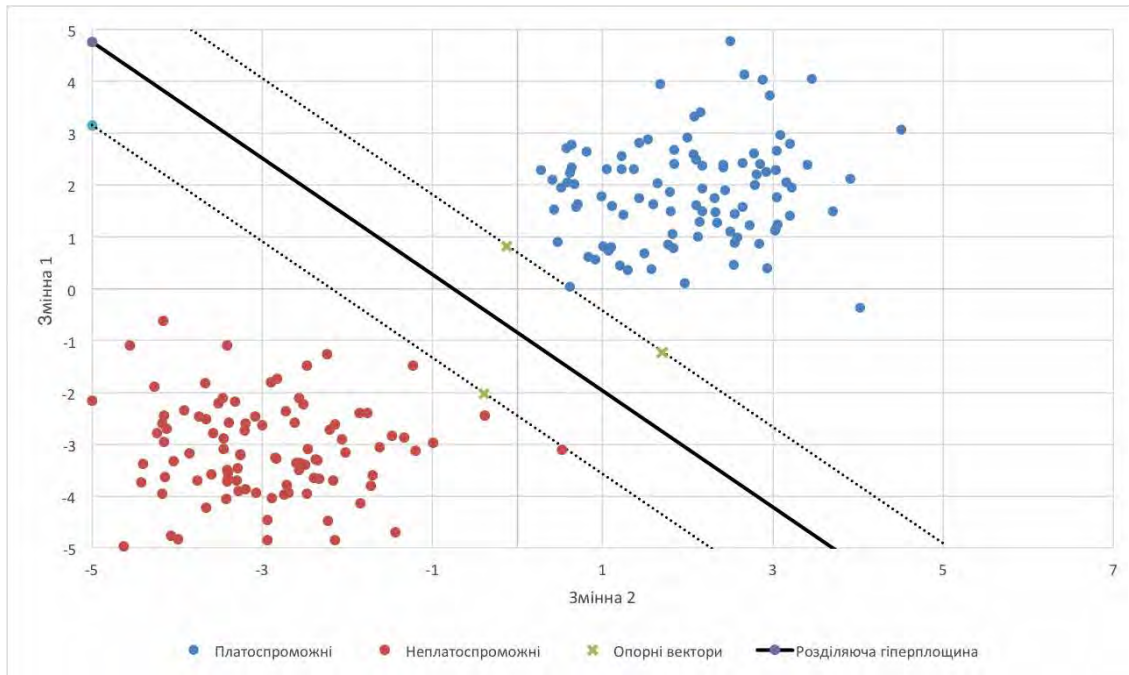
$$y = y(w^T x + b), \quad (3)$$

де y вказує на змінну, яка набуває значення +1, якщо компанія не виконує зобов'язань (є дефолтною) і -1 – в іншому випадку. Таким чином, ми класифікуємо компанію як дефолтну, якщо значення (3) більше від нуля. Чим більше таке значення, тим більше ми впевнені в нашому прогнозуванні. Рисунок 3 ілюструє SVM на прикладі лінійно абсолютно розділених класів. Розділяюча гіперплощина розташована таким чином, що "маржа" між найближчими точками (опорними векторами) та площиною максимальна. Зверніть увагу, що для лінійного випадку повинно бути щонайменше три таких точки. В іншому випадку лінія може бути проведена безкінечно багатьма способами. Тобто точки ніби слугують опорою для лінії. Звідси і назва методу.

Тим не менше (3) не може бути надійною мірою, тому що після зміни w і b (множення або ділення на довільне число) прогнозування залишається тим самим, але значення (3) змінюється (тобто ми можемо зробити його яким завгодно великим, що може оманливо свідчити про надійне прогнозування).

⁵ У 2012 модель було замінено на складнішу інтегральну модель, яка складається з кількох допоміжних.

Рисунок 3. Принцип SVM



Для подолання цієї проблеми надалі запровадимо поняття геометричної маржі. Замість того, щоб просто використовувати w і b , нормалізуємо їх таким чином, що вони тепер стали $\frac{w}{\|w\|}$ та $\frac{b}{\|w\|}$. Це означає, що тепер параметри стандартні і їхня довжина дорівнює одиниці. Формула (3) має тепер такий вигляд:

$$\gamma = \frac{y(w^T x + b)}{\|w\|}$$

Принципом SVM є знайти набір параметрів, який максимально збільшує мінімальну маржу точок кожного класу (як на рисунку 3). Це зроблено шляхом формулювання оптимізаційної проблеми⁶:

$$\min_{w,b} \frac{\|w\|}{2} + C \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \quad (4)$$

$$\text{s. t. } y_i(w^T x_i + b) \geq 1, \quad i = 1, \dots, n$$

$$\varepsilon_i, w \geq 0, \quad i = 1, \dots, n, \quad n - \text{розмір вибірки.}$$

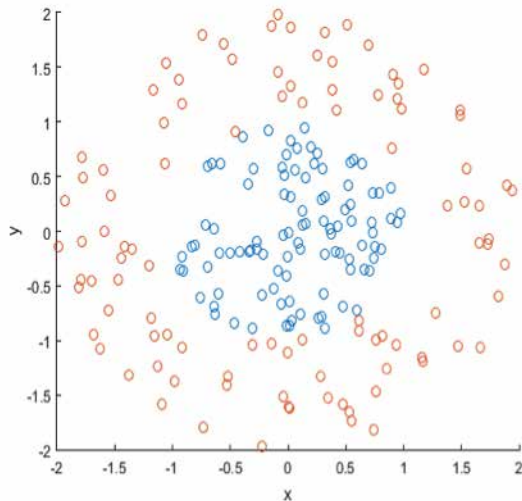
ε_i у цій формулі є параметром, який дозволяє певну частку похибки (для нероздільного випадку), C контролює кількість таких неправильних класифікацій. Якщо C занадто велике, то буде менше випадків неправильної класифікації і водночас зростає ризик перепідгонки.

Також кращою SVM робить використання функцій ядра. Функції ядра перетворюють функціональну форму вхідних змінних і переносять їх у багатомірну площину (випрямляюча площина). У випрямляючій площині точки, які були лінійно нероздільними в оригінальному просторі, як правило, можуть бути легко розділені. Принцип ядра найкраще проілюструвати на такому прикладі. Припустимо, в нас є тільки два фінансових коефіцієнти, які можна використати для прогнозування (x та y). Якщо це так, то ми працюємо всього у двох вимірах. Розглянемо рисунок 4 а). Нехай червоні кола будуть платоспроможними компаніями, а сині – неплатоспроможними. Очевидно, що жодна лінія не може відокремити точки одна від одної. Але що, коли ми не хочемо обмежувати себе лише двома вимірами? Давайте трансформуємо точки таким чином, щоб у них тепер був ще один, третій вимір із координатою $(x^2 + y^2)$. Отримане зображення проілюстровано на рисунку 4 б). Результатом цього є те, що точки можуть бути розділені лінійно.

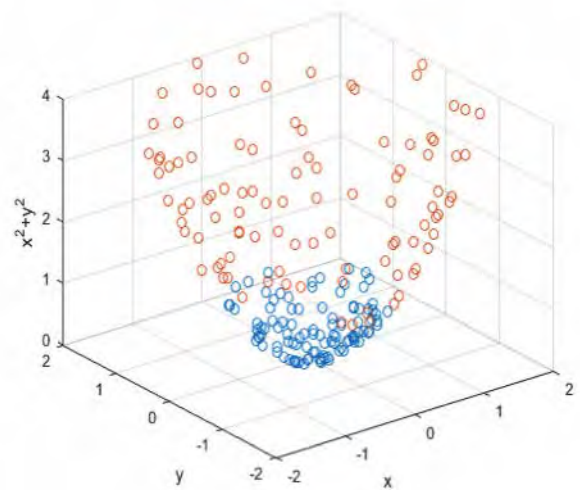
⁶ Детальне виведення не є метою цієї статті. Для поглибленої теорії див. Andrew Ng, Stanford University, CS229 Lecture notes.

Рисунок 4. Ілюстрація перетворення кернела

а) Оригінальна площина



б) Випрямляюча площина



Наступним кроком є представлення дуальності Лагранжа, формула в (4) називається первинною формою. Її дуальна форма (вже із функцією кернела) має такий вигляд:

$$\max_a \sum_{i=1}^n a_i - \frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^n y_i y_j a_i a_j K(x_i, x_j); \quad (5)$$

$$\text{s. t. } 0 \leq a_i \leq C, \quad i = 1, \dots, n;$$

$$\sum_{i=1}^n a_i y_i = 0, \quad i = 1, \dots, n; \quad n - \text{розмір вибірки.}$$

a' в (5) є множниками Лагранжа з первинної форми. Зверніть увагу, що параметр C обмежує a 's зверху. Під час оптимізації більшість a перетворюються на нуль, ненульові a відповідають опорним векторам.

Тепер формула для прогнозування має такий вигляд:

$$h(x) = \sum_{i=1}^k a_i y_i K(x_i, x) + b,$$

де k є кількістю опорних векторів.

Незважаючи на очевидні переваги, SVM має певні недоліки в застосуванні кредитного скорингу. Ми обговоримо їх у наступному розділі.

Пригадайте з (4), що параметр C відповідальний за рівень похибки. Чим він більший, тим точніша модель на тестовій вибірці. Однак велике значення C часто призводить до перепідгінки. Таким чином, слід знайти компроміс між точністю і перепідгінкою під час прийняття рішення щодо C .

Крім того, слід вибрати конкретний тип функції кернела. У цьому випадку було обрано функцію кернела Гауссена, яка має такий вигляд:

$$K(x, x') = \exp\left(-\frac{\|x-x'\|^2}{2\sigma^2}\right)$$

Кернел Гаусенна, ймовірно, є найпопулярнішим через його обчислювальну ефективність. Параметр σ у формулі вище називається масштабним параметром кернела. Він також підлягає оптимізації. Ці два параметри підібрані таким чином, щоб максимально збільшити GINI моделі⁷.

Ще один параметр, який має бути відкоригований, – це апіорна ймовірність кожного класу. Для цієї праці було обрано рівну ймовірність кожного класу. Це означає, що в моделі надається однакова вага платоспроможним і неплатоспроможним компаніями під час оптимізації.

III. Модель

У цьому розділі три зазначені моделі побудовано і випробувано з метою визначення оптимальної.

3.1. Дані⁸

Для побудови моделей використано дані НБУ щодо фінансової звітності більш ніж 8 000 приватних підприємств⁹. Ці дані доопрацювали, оскільки окремі компанії (які, як вважалося, пов'язані з деякими банками) було виключено з аналізу¹⁰.

Дані розділили за розміром підприємств (великих і малих), а потім – за галузями (сільське господарство, виробництво, торгівля та інші). Раніше був детальніший розподіл на галузі. Рішення об'єднати розподіл зумовлено відсутністю досить великої вибірки. Якби оригінальні галузі було взято до аналізу, то в кожній залишилося б близько ста компаній. Вибір конкретних кластерів зроблено після проведення кластерного аналізу, який виявив подібності в структурі балансу між вищевказаними кластерами. Треба зазначити, що нами використано лише коефіцієнти, які описують різницю в структурах балансу. Коефіцієнти, які могли вказувати на стан платоспроможності, не використовувалися.

Для цілей цього документа термін “дефолтні” розуміємо як досягнення категорії неплатоспроможних підприємств відповідно до Постанови №23¹¹ станом на 01.01.2015, тоді як фінансова звітність була станом на 01.01.2014, тобто з інтервалом в один рік.

3.2. Змінні

Для моделювання зроблено первинний довгий список фінансових коефіцієнтів (таблиця 1). Вони охоплюють різні види рентабельності, ліквідності, оборотності і платоспроможності. Всі змінні було обмежено 5 та 95 перцентилем. Подібні змінні були використані у роботі W. K. Hardle, R. A. Moro, D. Schafer (2009), вони побудували схожу модель для Дойче Бундесбанка.

3.3. Критерії ефективності

Основні критерії ефективності Коефіцієнта точності (Accuracy ratio). Для Logit також застосовувався псевдо- R^2 . Обидві міри вказують, як добре модель спроможна розділити платоспроможні компанії та неплатоспроможні.

Коефіцієнт точності (GINI)

Його також називають коефіцієнтом GINI. Загалом він свідчить, наскільки точно модель ідентифікувала дефолтні компанії відносно недефолтних. Він є похідним від кривої отримувача операційних характеристик (ROC).

⁷ Перелік значень параметрів, відібраних для кожної моделі, зазначено в Додатку, Таблиці В.

⁸ Автор висловлює подяку фахівцям Департаменту управління ризиками НБУ, зокрема, Олександру Фостику та Дмитру Шарову, за значну допомогу та участь у створенні Logit-моделі, а також у створенні переліку незалежних змінних та розподілу за групами.

⁹ Компанії, що знаходяться на Донбасі та в Криму, виключено з вибірки, оскільки вони банкрутували з неекономічних причин.

¹⁰ Для таких компаній постановою передбачено список якісних характеристик, які підвищують вірогідність дефолту.

¹¹ Зазвичай це компанії, які мають більш ніж 90 днів заборгованості, однак там є інші умови.

Таблиця 1. Первинний ряд змінних

Змінна	Формула	Змінна	Формула
K1	Операційний прибуток	K17	$K8 + K15 - K16$
	Дохід		
K2	ЕВІТДА	K18	Фінансові зобов'язання
	Дохід		Частка акціонерів
K3	ЕВІТ	K19	Фінансові зобов'язання
	Дохід		ЕВІТДА
K4	Поточні активи – поточні зобов'язання	K20	Частка акціонерів
	Поточні активи		Загальні активи
K5	Чистий прибуток	K21	Поточні активи
	Дохід		Поточні зобов'язання
K6	Чистий прибуток	K22	Найліквідніші поточні активи
	Частка акціонерів		Поточні зобов'язання
K7	Чистий прибуток	K23	ЕВІТ
	Загальні активи		Фінансові витрати
K8	Запаси	K24	Фінансові зобов'язання
	Вартість проданих товарів		Дохід
K9	Дебіторська заборгованість	K25	Поточні активи – поточні зобов'язання
	Дохід		Частка акціонерів
K10	Кредиторська заборгованість	K26	ЕВІТДА
	Дохід		Фінансові витрати
K11	Загальні активи	K27	Фінансові зобов'язання
	Дохід		ЕВТДА
K12	Поточні активи	K28	ЕВІТДА
	Дохід		Короткотермінові фінансові зобов'язання + фінансові витрати
K13	Фінансові активи	K29	Оборотний капітал
	Дохід		Загальні активи
K14	$K8 + K9 - K10$	K30	Оборотний капітал
K15	Дебіторська заборгованість для авансів	K31	Дохід
	Дохід		Фінансові зобов'язання
K16	Кредиторська заборгованість для авансів	K32	Чистий прибуток
	Дохід		ЕВТДА
			Дохід

Припустимо, у вас є прогнозування моделі, наприклад, z-значення у випадку LDA. Серед них є реально позитивні (TP), тобто дефолтні компанії, які визначено правильно; і помилково позитивні (FP), тобто недефолтні компанії, які визначено моделлю як дефолтні. Давайте одночасно додамо довільне значення кожному прогнозу та перерахуємо TP і FP. Повторюймо цей крок доти, доки FP не прийме всі значення в діапазоні {0 ; 1}. Крива ROC утворюється в 2-вимірному просторі, де FP розташовані на горизонтальній осі, а TP – на вертикальній.

Далі припустимо існування дуже неефективної моделі, яка дає суто випадкові передбачення. Теоретично кривою ROC такої моделі буде пряма лінія, що з'єднає точки (0.0) і (1.1). AR є областю між цією лінією і кривою ROC даної моделі. Іншими словами, це різниця між заданою моделлю та випадковою моделлю. Чим така різниця більша, тим краще.

3.4. Трансформація за Weight of Evidence (WOE)

Трансформація за WOE є, по суті, трансформацією безперервних змінних у дискретні змінні. Обґрунтуванням застосування такого підходу є те, що використання в LDA та Logit-моделі чистих даних дало погані результати. Коефіцієнт GINI дорівнював у середньому 0.2 – 0.3, що навіть не порівнянно із SVM. На жаль, часто якість української фінансової звітності низька, оскільки МСФЗ не обов'язкові для більшості підприємств, та фінансова звітність часто не проходить аудит. Таким чином, існує значне викривлення в даних, з якими не можуть упоратися LDA та Logit. Під викривленнями розуміємо певний тип контр-інтуїтивної залежності, яка має відбутися через похибку чи упущення у фінансовій звітності. Перетворення змінних у дискретні величини допомогло знизити це викривлення. Принцип полягає в тому, що:

1) кожна змінна розділена на певну кількість діапазонів від мінімального до максимального значення вибірки (перша колонка таблиці 2);

2) для кожного діапазону WOE розраховуються за формулою $WOE_i = \ln(\% \text{платоспроможні}_i) - \ln(\% \text{неплатоспроможні}_i)$, $\% \text{платоспроможні}_i$ – це частка недефолтних компаній у діапазоні із загальної кількості недефолтних компаній, а $\% \text{неплатоспроможні}_i$ є часткою дефолтних компаній у діапазоні із загальної кількості дефолтних компаній (колонки 2 і 3 таблиці 2);

3) IV (інформаційне значення) для змінної розраховується за формулою:

$$IV = \sum_{i=1}^n (\% \text{платоспроможні}_i - \% \text{неплатоспроможні}_i) * WOE_i$$

де n – кількість діапазонів. Це значення стає більшим, коли різниця між кількістю платоспроможних і неплатоспроможних компаній у кожному діапазоні збільшується (нижня права клітинка таблиці 2);

4) кількість діапазонів і їхні межі обрано таким чином, щоб максимально збільшити IV;

5) значення WOE (колонка 4) йдуть до рівняння моделі.

Приклад такого перетворення для деяких змінних наведено в таблиці 2.

Таблиця 2. Приклад перетворення WOE

Межі	Платоспроможні	Неплатоспроможні	WOE	IV
<-0.006	9	6	-1.3	0.25
<0.053	34	11	-0.57	0.12
<0.16	41	3	0.91	0.18
>0.16	42	3	0.93	0.19
Загалом	126	23	NaN	0.73

Дуже важливим з економічної точки зору є наявність монотонного тренду WOE. По суті, це означає, що зі збільшенням певної змінної WOE можуть тільки збільшуватися або зменшуватися. Неприпустимо мати, скажімо, коефіцієнт борг/ЕВІТДА, який спочатку зменшує WOE, а потім раптово починає збільшувати, тому що збільшення боргового навантаження завжди має збільшувати PD.

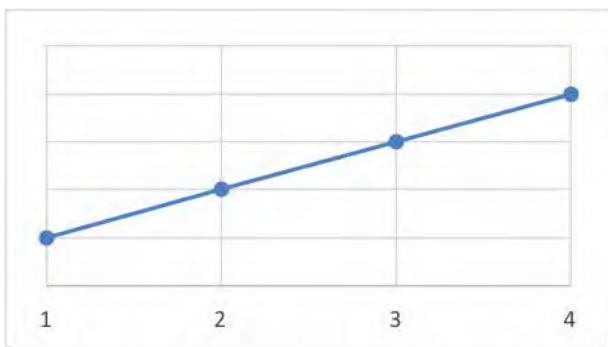
Звичайно, в подібному підході є і мінус – модель втрачає свою гнучкість, оскільки такі змінні можуть мати лише кілька значень. Припустимо, модель складається лише з однієї змінної Чистий прибуток/Виручка; припустимо також, що вона має лише два діапазони WOE – від мінус нескінченності до 0% та від 0% до плюс нескінченності. Нехай відповідні WEO будуть відповідно -1 та $+1$. Припустимо, ми прогнозуємо фінансовий стан трьох компаній – А, Б і В з відповідними значеннями змінної Чистий прибуток/Виручка -70% , -0.1% та 0.1% . Прогноз моделі для Б і В буде діаметрально протилежний, хоча різниця в коефіцієнті становить лише 0.2% . Водночас прогноз для А і Б буде однаковий, хоча компанія А, очевидно, значно гірша за компанію Б. Звісно, це спрощений приклад, але він чудово демонструє недоліки такого підходу.

Так чи інакше це допомогло значно підвищити ефективність моделі¹². По суті, це робить модель трохи нелінійною. Припустимо, в нас є та сама змінна у двох окремих рівняннях із тим самим коефіцієнтом 1 . Однак вона трансформована за WOE у другому рівнянні за прикладом із таблиці 2. Розглянемо рисунок 5. Горизонтальна вісь є кількістю значень змінних. Оскільки трансформована за WOE змінна має чотири діапазони, вона може набути лише чотири значення (рисунок 5 б)). У зв'язку з тим, що неперетворена змінна (рисунок 5 а)) є безперервною, вона може набувати будь-яке значення. Тому чотири значення з рівним кроком було обрано з метою порівняння їх із перетвореною змінною. Очевидно, що перетворена змінна WOE демонструє чітку нелінійну поведінку.

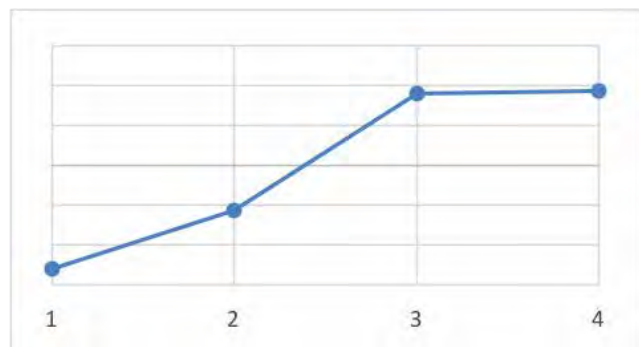
Зауважимо, що для SVM не потрібне таке перетворення, оскільки завдяки використанню оригінальних вхідних даних воно демонструє дуже гарні результати, а це очевидний плюс.

Рисунок 5.

а) Шлях неперетвореної змінної



б) Шлях перетвореної змінної



3.5. Вибір змінних

У зв'язку з перетворенням WOE процедура процесу відбору змінних відрізняється для Logit-моделі та LDA і SVM.

Logit-модель та LDA

1. Усі коефіцієнти порівнюються за IV. Змінні з найнижчою IV випадають з аналізу, тому що вони не можуть добре розділити класи.

2. Оцінюються кореляційна матриця й економічне обґрунтування знаків коефіцієнтів змінних у рівнянні, а також статистична значущість (відмінність від нуля). Висококорельовані, не обґрунтовані економічно або статистично незначні змінні видаляються.

¹² По суті, роблячи цю трансформацію, ми підганяємо наші вхідні дані під те, що ми хотіли б бачити (зазначимо, що ми змушуємо тренд WOE бути економічно обґрунтованим)

3. Ряд змінних, що залишилися, переходять на етап крос-валідації, де додаткові змінні можуть бути відкинуті.

SVM

Для SVM було обрано процедуру форвардного відбору:

1. Вибір починається з пустої моделі (без змінних), потім одна зі змінних по чергово додається до моделі;
2. Змінна, яка приносить найбільше GINI, додається в кінцевому підсумку;
3. Усі корельовані змінні ($>|0.8|$) з обраною змінною виключаються з вихідного ряду;
4. Потім процедура повторюється з тими змінними, що залишилися;
5. Це триває доти, доки додавання змінних не приводить до підвищення ефективності.

Третій крок необхідний для прискорення обчислень. Значно корельовані змінні, ймовірно, описують одну спільну сторону фінансового становища позичальника. Так, після того, як обрано кращу із цих змінних, усі інші видаляються, тому вони не беруть участі в наступному колі, скорочуючи таким чином час на обчислення.

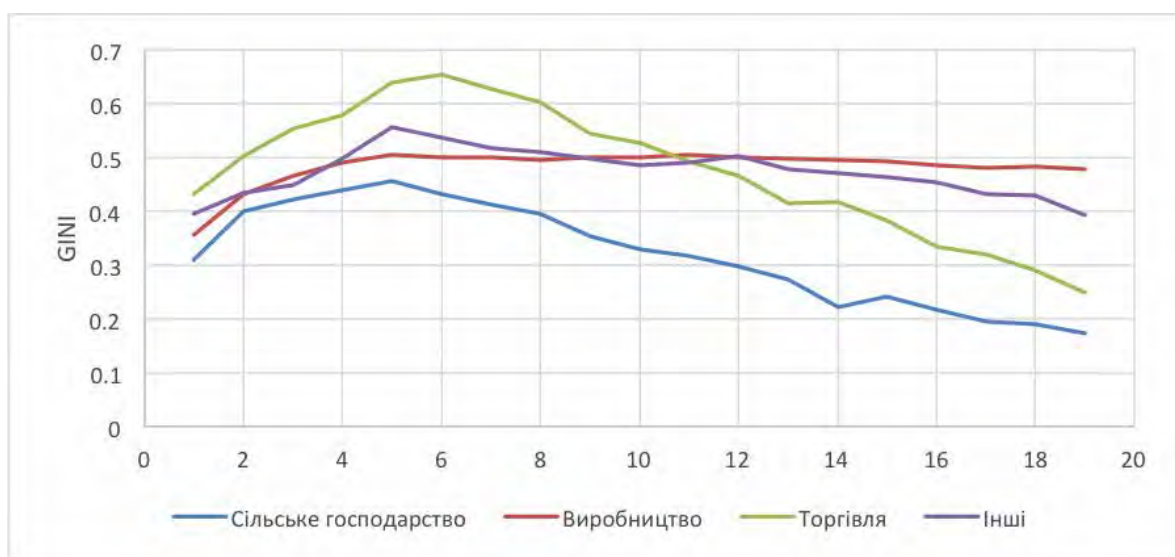
Звісно, немає можливості спробувати всі можливі комбінації змінних, тому зазвичай обирається ця або беквордна процедура¹³. Беквордна процедура є протилежною форвардній – модель починається зі всього набору змінних, потім змінні видаляються по чергово.

Як бачимо, відбір змінних і етап крос-валідації для SVM об'єднано в один крок.

На рисунку 6 проілюстровано шлях GINI у форвардній процедурі для великих компаній. Видно, що після певної точки (найчастіше це 4 – 6 змінна) GINI починає зменшуватися. Це точка відсічення в процедурі відбору змінних для кожної моделі.

Таблиця 3 містить інформацію про змінні, обрані для кожної конкретної моделі після процедури відбору, описаної вище¹⁴. Не потрібно обмануватися тим фактом, що є не так багато змінних, які збігаються в LDA, Logit-моделі і

Рисунок 6. Шлях GINI в процесі відбору змінних SVM



¹³ Hardle W. K., Moro R. A., Schafer D. (2009) для додаткового прикладу обох процедур.

¹⁴ Див. Додаток для додаткової статистики для кожної змінної, Таблиця А і Таблиця Б.

SVM. Багато з них мають високу кореляцію, тому їх можна вважати заміниками одна одної. Наприклад, у кластері “Виробництво” великих компаній коефіцієнт K7 відсутній у рівнянні для SVM, однак в це рівняння входить коефіцієнт K3, який має кореляцію 0.78 з K7. Водночас рівняння LDA і Logit-моделі не містить коефіцієнта K12, однак включає K30, їхня кореляція становить 0.81. Це означає, що незважаючи на велику різницю у змінних, економічна основа за ними набагато ближча, ніж може видатися.

Таблиця 3. Відбір змінних для кожної моделі

Великі компанії							
Сільське господарство		Виробництво		Торгівля		Інші	
LDA&Logit- модель	SVM	LDA&Logit- модель	SVM	LDA&Logit- модель	SVM	LDA&Logit- модель	SVM
K10	K8	K7	K3	K11	K9	K10	K10
K11	K10	K20	K12	K14	K14	K22	K12
K24	K19	K23	K16	K15	K20	K27	K21
K25	K22	K24	K24	K21	K24	K29	K32
	K24	K30	K25	K23	K25	K30	K27
	K25				K31		
Малі компанії							
Сільське господарство		Виробництво		Торгівля		Інші	
LDA&Logit- модель	SVM	LDA&Logit- модель	SVM	LDA&Logit- модель	SVM	LDA&Logit- модель	SVM
K7	K7	K1	K1	K1	K8	K5	K1
K9	K11	K24	K10	K9	K13	K8	K8
K18	K21	K29	K24	K21	K18	K11	K9
K27			K27	K24	K20	K20	K12
K29				K31	K24	K31	K18
K30							K24
							K31

Той факт, що моделі не різні за специфікацією, ускладнює їх пряме порівняння. Замість цього, вірніше було б стверджувати, що порівняння як моделей так і процедур підбору змінних було проведено.

3.6. Крос-валідація

Було розроблено дуже ретельну процедуру валідації:

1. Вибірка випадковим чином ділиться на тренувальну і тестову в пропорції 70%/30% 100 разів;

2. Кожного разу розраховуються критерії ефективності;
3. Після завершення етапу 2 беруться медіанні значення критеріїв ефективності.

Дана процедура називається 100-кратною крос-валідацією – окремий випадок k-кратної крос-валідації. Це прогресивніший метод валідації, тому що ефективність, розрахована на лише одній тестовій вибірці, може дуже залежати від характеристик цієї вибірки¹⁵. Тому процедуру розроблено для того, щоб отримати ефективність вибірки, максимально наближену до істинної.

IV. Результати¹⁶

У таблиці 4 можна спостерігати ефективність моделей, що ґрунтуються на специфікації, зазначеній у попередньому розділі.

Моделі SVM є кращими в шести з восьми випадків. Слід зазначити, однак, що в деяких випадках результати моделей є приблизно рівними.

Таблиця 4. Коефіцієнт точності (GINI) моделей

Кластер	Сільське господарство			Виробництво			Торгівля			Інше		
	LDA	Logit-модель	SVM	LDA	Logit-модель	SVM	LDA	Logit-модель	SVM	LDA	Logit-модель	SVM
Великі компанії	0.38	0.344	0.455	0.51	0.51	0.506	0.646	0.653	0.633	0.517	0.524	0.555
Малі компанії	0.458	0.497	0.512	0.472	0.508	0.535	0.498	0.497	0.545	0.233	0.228	0.294

Криві ROC, які відповідають медіанним значенням GINI, подано в додатку.

Перешкоди для практичної реалізації SVM

Схоже, що SVM у багатьох випадках є кращою за інші моделі. Вона ефективніша, ніж LDA і Logit-модель, хоча перетворення за WOE використовувалося, щоб сприяти ефективності останніх. Оскільки SVM використовує вхідну змінну як є, вона є гнучкішою, що являє собою бажану властивість.

На рисунку 7 бачимо іншу сприятливу ознаку SVM. Оскільки SVM дуже нелінійна, вона здатна приймати будь-яку функціональну залежність вхідної величини. Як бачимо, коли K21¹⁷ збільшується в загальному діапазоні, оцінка знижується, і це відповідає інтуїтивно зрозумілій економічній сутності. Тим не менше, аномально високі значення коефіцієнта можуть свідчити про певні проблеми з фінансовою звітністю компанії, а це, в свою чергу, може бути ознакою проблем у самій компанії. Модель “ловить” це і збільшує оцінку (іншими словами, збільшує ймовірність дефолту). У певному сенсі модель може “зловити” навіть певні шаблони маніпуляцій зі звітністю.

Тим не менше ця сприятлива особливість іноді стає причиною заперечень з боку практиків. Розглянемо рисунок 8. Ми можемо спостерігати залежність оцінки від K12¹⁸ для двох окремих компаній. Як бачимо, залежність є повністю

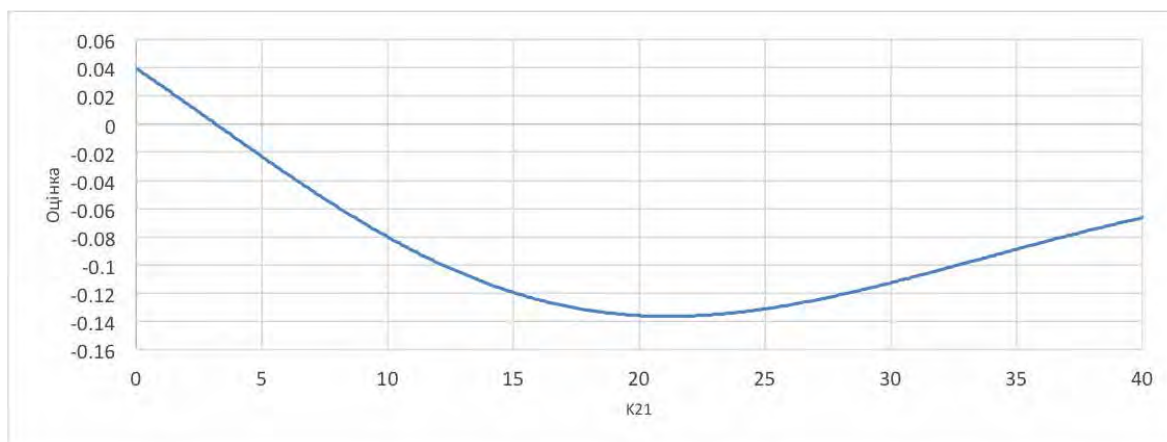
¹⁵ Kovaří R. (1995) для детальнішого опису цього методу.

¹⁶ Наведені результати не є остаточними, тому модель, яка буде представлена банківській системі, може дещо відрізнятись.

¹⁷ Кластер “Інші”. Великі компанії.

¹⁸ Кластер “Інші”. Великі компанії.

Рисунок 7. Залежність оцінки від значення K21 конкретної компанії

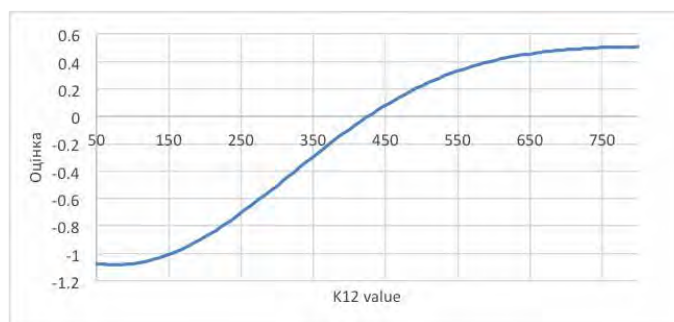
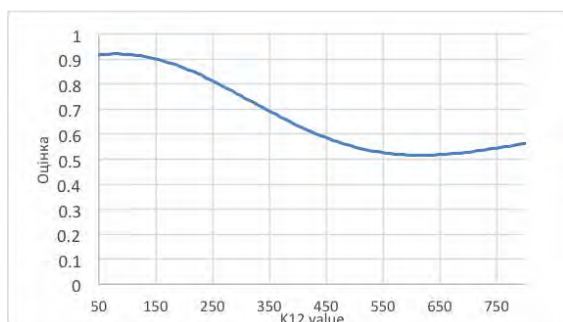


протилежно, що дивно для багатьох¹⁹. SVM “ловить” будь-який функціональний зв’язок і в підсумку може втратити монотонність результатів. Це відбувається тому, що оцінки SVM залежать не лише від конкретної змінної, а й одночасно від усіх інших змінних у рівнянні. Чи є це дійсно перепідгінкою, чи така залежність продиктована економічними причинами, не так легко з’ясувати. Результат, відображений на рисунку 8, як правило, є можливим, коли набір значень змінних істотно відрізняється, – скажімо, у випадку, коли одна з компаній має великі фінансові проблеми, що відображено в дуже поганих коефіцієнтах (з рисунку 8 b) ясно, що компанія має фінансові проблеми, оскільки її оцінка досить висока незалежно від того, яким є значення K12).

Рисунок 8. Ілюстрація проблем перепідгінки

a)

b)



Це не така велика проблема. У таблиці 5 представлено відсоток порушення монотонності для кожної моделі. Судячи з усього, в середньому близько 20 – 30% спостережень порушує монотонність результатів.

Таблиця 5. Порушення монотонності в SVM

Великі компанії			
Сільське господарство	Виробництво	Торгівля	Інші
32%	0%	29.84%	28.07%
Малі компанії			
Сільське господарство	Виробництво	Торгівля	Інші
16.11%	16.72%	28.43%	34.44%

¹⁹ Звертаємо увагу, що контр-інтуїтивні знаки не дозволялися у випадку LDA і Logit за умовчанням. Це може сприйматись як привілей для SVM. З іншого боку, LDA та Logit мають відому заздалегідь функціональну форму, що зменшує ризик перепідгінки. Тому не відомо, який вплив на результат мав цей “привілей”, і чи було це привілеєм узагалі.

Обрана модель

На даному етапі дуже важливо впровадити практичну модель, яку можна було б легко пояснити і зрозуміти, тому впровадження SVM було призупинено на даний час.

Для впровадження було обрано Logit-модель, оскільки вона демонструє дещо кращі результати, ніж LDA. Крім того, її статистичні властивості більш сприятливі й вона поширеніша в банківській системі.

У таблиці 6 міститься найдетальніша інформація про отримані рівняння, а також – псевдо-R² тестову статистику. Усі знаки рівняння відповідають економічній сутності (нагадаємо, що всі знаки повинні бути позитивними, оскільки більше WOE завжди вказує на “здоровіше” фінансове співвідношення).

Здається, що кластер “Інші” для малих компаній демонструє відносно невисоку ефективність. У цьому немає нічого дивного, оскільки на практиці даний кластер охоплює велику кількість компаній, які є економічно залежними від інших підприємств. Для таких компаній погані фінансові коефіцієнти не обов’язково означають високу ймовірність дефолту, оскільки материнські компанії, швидше за все, підтримають їх. Водночас, якщо вони втрачають цю підтримку, то можуть збанкрутувати, навіть маючи добрі фінансові показники. З цієї причини модель не може надійно розрізнити компанії за платоспроможністю.

Таблиця 6. Рівняння Logit-моделі²⁰

Великі компанії					Малі компанії				
Кластер	Змінна	Коефіцієнт	P-значення	Псевдо R ²	Кластер	Змінна	Коефіцієнт	P-значення	Псевдо R ²
Сільське господарство	K10	0.917	0.08	0.12	Сільське господарство	K7	0.613	0.05	0.19
	K11	0.564	0.27			K9	0.53	0.25	
	K24	1.11	0.01			K18	0.294	0.48	
	K25	1.084	0.12			K27	0.269	0.58	
	константа	1.875	0.0			K29	0.71	0.11	
						K30	0.524	0.31	
Виробництво	K7	0.366	0.2	0.15	Виробництво	константа	1.703	0.0	0.12
	K29	0.358	0.2			K1	0.623	0.02	
	K20	0.599	0.0			K24	0.791	0.0	
	K24	0.476	0.01			K29	0.558	0.07	
	K30	0.688	0.0			константа	1.608	0.0	
	константа	1.24	0.0						
Торівля	K11	0.523	0.03	0.25	Торівля	K1	0.35	0.18	0.14
	K14	0.909	0.0			K9	0.772	0.01	
	K15	0.754	0.01			K21	0.891	0.0	
	K21	0.98	0.0			K24	0.342	0.17	
	K23	0.732	0.01			K31	0.433	0.11	
	константа	2.072	0.0			константа	1.913	0.0	
Інше	K10	0.652	0.03	0.18	Інше	K5	0.308	0.56	0.05
	K22	0.954	0.02			K8	0.608	0.27	
	K27	0.669	0.16			K11	0.28	0.55	
	K29	0.83	0.05			K20	0.583	0.22	
	K30	1.058	0.01			K31	0.572	0.17	
	константа	1.544	0.0			константа	1.112	0.0	

²⁰ Необхідно зазначити, що деякі змінні статистично незначущі за P-значенням. Однак, P-значення не були головним критерієм вибору моделі, а скоріше допоміжним. Тому, статистично незначущі змінні дозволялися в деяких випадках.

Представлений набір є оптимальним на даний момент. Більше того, модель оновлюватиметься та вдосконалюватиметься в міру того, як надходитиме нова інформація.

Кілька слів про подальші кроки

Michael Doumpos, Constantin Zopodunis (2009) запропонували спосіб, як зробити SVM економічно обґрунтованим шляхом запровадження так званих підказок у навчальний алгоритм. Підказки, по суті, є додатковими обмеженнями до проблеми оптимізації (4). Пропонуємо переформулювати її так, щоб вона використовувала трансформацію Кернела:

$$\min_{w,b} \frac{\|w\|}{2} + C \sum_{i=1}^n \varepsilon_i$$

$$\text{s. t. } y_i(K(x_i, X)u + b) \geq 1, \quad i = 1, \dots, n$$

$$\varepsilon_i, w \geq 0, \quad i = 1, \dots, n, \quad n - \text{розмір вибірки.}$$

Ми хочемо, щоб залежність була монотонною. Іншими словами, хочемо, щоб

$$(K(x_i, X) - K(x_j, X))u \geq 0, \quad (6)$$

де кожен елемент x_j більший, ніж відповідний елемент x_i . Це є додаткове обмеження.

Формулою (6) передбачено, що якщо x збільшується, оцінка знижуватиметься. З метою впровадження цього обмеження ми повинні спочатку створити набір даних, на який орієнтуватиметься модель. Іншими словами, ми штучно створюємо вхідні вектори, даючи таким чином підказки алгоритму про те, яку модель очікуємо побачити. Крім того, оскільки нам потрібно, щоб усі змінні монотонно зменшувалися (як передбачено нерівністю (5)), ми повинні в разі необхідності перевернути рівняння для K таким чином, щоб їхня економічна сутність відповідала зазначеній умові²¹.

V. Висновки

У статті продемонстровано високий потенціал SVM як моделі оцінки кредитного ризику. Із використанням даних українських компаній було доведено, що вона є ефективнішою, ніж класичні скорингові моделі. Однак SVM лише маржинально краща, тому вона не може вважатися безальтернативно кращим вибором. Це, радше, дуже добра та дієва альтернатива, але вибір повинен робити дослідник у кожному конкретному випадку.

Також нами обговорено деякі властивості SVM, у тому числі її складність і відсутність монотонності в результатах, запропоновано подальші кроки щодо поліпшення моделі й усунення цих властивостей. Зокрема, може бути розроблене навчання завдяки застосуванню підказок, що зробить SVM інтуїтивно зрозумілою економічно, крім того, це, вірогідно, знизить перепідгінку.

З урахуванням сказаного нині було прийнято Logit-модель. Виявилось, вона ефективніша, ніж LDA. Крім того, вона має привабливіші статистичні властивості, ніж LDA. У будь-якому випадку модель повинна переглядатися та оновлюватися регулярно з метою охоплення останньої динаміки в економіці. НБУ планує переглядати модель щороку.

²¹ Ця процедура повинна обійти проблему порушень монотонності результатів.

Література

- Altman E. I. (1968), Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1540-6261.1968.tb00843.x/pdf>
- Venables W. N., Ripley B. D. (2002), Modern Applied Statistics with S, pp. 333-336.
- Pohar M., Blas M., and Turk S. (2004), Comparison of Logistic Regression and Linear Discriminant Analysis: A Simulation Study.
 - Hosmer D. W., Lemeshow S. (2000), Applied Logistic Regression, pp.5-10.
 - Boser B. E., Guyon I. M., Vladimir N. Vapnik (1995), A Training Algorithm for Optimal Margin Classifiers.
 - Andrew Ng, Stanford University, CS229 Lecture notes, <http://cs229.stanford.edu/notes/cs229-notes3.pdf>
 - Fawcett T. (2005), An Introduction to ROC Analysis.
 - Doumpos M., Zopodunis C. (2009), Monotonic Support Vector Machines for Credit Risk Rating.
 - Costeiu A., Negu F.(2013), Bridging the Banking Sector With the Real Economy a Financial Stability Perspective, ECB WORKING PAPER SERIES NO 1592, <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp1592.pdf>
 - Pyle D., San Jose C. (2015), An Executive's Guide to Machine Learning, McKinsey Quarterly. http://www.mckinsey.com/insights/high_tech_telecoms_internet/an_executives_guide_to_machine_learning
 - Hardle W. K., Moro R. A., Schafer D.(2009), Estimating Probabilities of Default With Support Vector Machines.
 - Auria L., Moro R. (2007), Credit Risk Assessment Revisited Methodological Issues and Practical Implications", Working Group On Risk Assessment, pp.49-68.
 - НБУ (2012), Постанова №23 "Про затвердження Положення про порядок формування та використання банками України резервів для відшкодування можливих втрат за активними банківськими операціями". <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0231-12/page5>
 - Kovahi R.(1995), A Study of Cross Validation and Bootstrap for Accuracy Estimation and Model Selection, <http://ai.stanford.edu/~ronnyk/accEst.pdf>

Додатки

Таблиця А. Змінні LDA та Logit. Детальна інформація

Великі компанії										Малі компанії														
Галузь	Змінна	Діапазони	WOE	IV	Галузь	Змінна	Діапазони	WOE	IV	Галузь	Змінна	Діапазони	WOE	IV	Галузь	Змінна	Діапазони	WOE	IV					
Сільське господарство	K10	<2.62	1.39	0.24	Торгівля	K11	<0.19	1.66	0.74	Сільське господарство	K7	<0.01	-1.3	0.73	Торгівля	K1	<-0.02	-1.24	0.28					
		<66.37	-0.05					<0.37	1.64					<0.05		-0.57				<0	0			
		<146.26	-0.11					<0.62	0.49					<0.16		0.91				>0	0.26			
		>146.26	-0.65					<0.8	0.17					<0.22		0.94			K9	<88.76	0.26	0.25		
	K11	<1.34	0.6	0.26				<1.9	-0.61					>0.22		0.94				<162.79	-0.16			
		<2.19	0.5					>1.9	-0.73				K9	<26.28		0.61	0.36				>162.79	-1.16		
		<2.51	0.11				K14	<180	0.36		0.69					<88.18	-0.51			K21	<0.57	-1.41	0.44	
		<3.68	-0.29					<250	-0.96							<191.6	-0.69				<0.9	-0.16		
		>3.68	-0.56					>250	-2.35							>191.6	-0.69				<1.03	-0.03		
	K24	<0.47	0.36	0.29			K15	<16.17	0.29		0.28		K18	<0		1.07	0.44				<1.42	0.16		
		<1.35	-0.02					<38.98	-0.24					<0.1		0.86					>1.42	0.61		
		>1.35	-1.21					>38.98	-1.21					<0.16		0.17			K24	<0.02	0.7	0.39		
	K25	<-0.52	0.93	0.12			K21	<0.67	-1.26		0.32			<1.66		-0.06				<0.04	0.37			
		<-0.03	0.11					<1.01	-0.07					>1.66		-1.3				<0.06	0.35			
		<0.59	0.06					>1.01	0.35				K27	<1.01		0.57	0.28				<0.09	0.15		
		<0.94	-0.11				K23	<1.38	-0.5		0.49			<1.67		0.09				<0.13	0			
		>0.94	-0.65					>2.7	0.34					<4.47		-0.31				<0.25	-0.03			
		<0	0					>2.7	1.34					>4.47		-0.69				<0.61	-0.43			
Виробництво	K7	<-0.11	-0.64	0.41	Інші	K10	<54.47	0.65	0.46	Виробництво	K29	<0.14	-0.51	0.51	Інші		>0.61	-1.24						
		<-0.02	-0.63					<82.2	-0.05					<0.21		-0.31			K31	<1.64	0.91	0.38		
		<0	-0.3					<135.6	-0.64					<0.3		0.09				<6.92	0.26			
		<0.04	0.06					>135.6	-0.9					<0.36		0.17				<40.71	0.07			
		>0.04	1.1				K22	<0.06	-0.64		0.26			<0.47		0.94				<100	-0.34			
	K20	<-0.03	-0.96	0.42				<0.34	-0.48					>0.47		1.67				<101.5	-0.65			
		<0.07	-0.67					>0.34	0.49				K30	<0.11		0.5	0.29			>101.5	-1.04			
		<0.18	-0.64				K27	<-0.34	-0.79		0.16			<0.22		0.46			K5	<-0.01	-0.53	0.1		
		<0.26	-0.13					<0.01	-0.21					<0.4		-0.31				<0.02	-0.03			
		<0.31	0.02					<0.14	-0.05					<0.76		-0.31				>0.02	0.28			
		>0.31	0.7					<0.22	0.7					>0.76		-1.01			K8	<30.19	0.26	0.09		
	K23	<0.54	-0.59	0.43				>0.22	1.06					<-0.07		-1.43	0.35			<70.39	-0.12			
		<1.11	-0.44				K29	<-0.34	-0.79		0.29			<0.01		0.15				>70.39	-0.4			
		<2.04	-0.16					<0.01	-0.21				K11	>0.01		0.28	0.5		K11	<0.84	0.4	0.14		
		<15	0.89					<0.14	-0.05					<0.75		0.77	0.5			<1.24	0.37			
		>15	1.13					<0.22	0.7					<0.91		0.25				<2.22	-0.12			
	K24	<0.03	2.72	0.48				>0.22	1.06					<0.91		0.25				<17.71	-0.28			
		<0.11	0.41				K30	<0.1	0.73		0.28			<1.16		0.03				>17.71	-0.64			
		<0.23	0.34					<0.14	-0.05					<1.93		-0.73				>17.71	-0.64	0.11		
		<0.31	0.02					<0.61	-0.28				K24	<0.04		0.81	0.41			<0.67	-0.02			
		<0.42	-0.16					>0.61	-0.79					<0.25		-0.04				<0.77	0.14			
		<0.65	-0.2											<0.93		-0.73				>0.77	0.92			
		>0.65	-0.9											>0.93		-1.02			K31	<0.29	1.37			
	K30	<0.49	0.38	0.26									K29	<-0.33		-1.02	0.29			<185	0.28			
	<1.04	-0.57									<-0.11	-0.19				>185	-0.36							
	>1.04	-0.88									<0.2	-0.1												
											<0.54	0.5												
											>0.54	1.05												

Таблиця Б. Описова статистика по змінних

а) Великі компанії

Сільське господарство							Виробництво						
Змінна	всі		платоспроможні		неплатоспроможні		Змінна	всі		платоспроможні		неплатоспроможні	
	середнє	стнд. відхил.	середнє	стнд. відхил.	середнє	стнд. відхил.		середнє	стнд. відхил.	середнє	стнд. відхил.	середнє	стнд. відхил.
K8	210.3	157.4	219.6	155.6	148.2	158.8	K3	0.0	0.1	0.0	0.1	-0.1	0.2
K10	60.7	76.0	58.9	74.4	72.8	87.1	K7	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1
K11	111.7	235.9	104.4	230.9	160.8	267.2	K12	293.4	291.5	256.9	258.3	421.3	358.7
K19	3.5	6.2	3.6	6.3	2.9	5.6	K16	21.5	38.8	16.2	32.9	40.1	50.6
K22	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	0.2	K20	0.3	0.3	0.4	0.3	0.2	0.3
K24	0.6	0.8	0.6	0.8	0.8	1.0	K23	3.6	7.8	4.4	8.4	1.0	4.8
K25	-3.8	19.8	-4.5	21.2	0.4	0.7	K24	0.5	0.8	0.4	0.8	0.8	0.9
							K25	-11.1	31.7	-7.6	26.8	-23.4	42.7
							K30	0.5	0.4	0.4	0.3	0.6	0.4
Торгівля							Інші						
Змінна	всі		платоспроможні		неплатоспроможні		Змінна	всі		платоспроможні		неплатоспроможні	
	середнє	стнд. відхил.	середнє	стнд. відхил.	середнє	стнд. відхил.		середнє	стнд. відхил.	середнє	стнд. відхил.	середнє	стнд. відхил.
K9	51.7	61.1	45.1	53.5	102.9	88.0	K10	87.0	114.0	75.3	105.5	142.3	136.4
K11	51.0	131.5	46.7	124.0	84.8	177.6	K12	291.6	334.9	266.7	330.4	409.5	335.4
K14	57.4	117.4	48.0	96.4	131.3	209.2	K21	1.7	1.7	1.8	1.7	1.4	1.6
K15	13.2	28.4	11.2	24.8	28.9	45.6	K22	0.6	0.6	0.7	0.6	0.4	0.4
K20	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	K27	3.8	4.5	3.6	4.3	5.0	5.3
K21	1.5	1.1	1.5	1.1	1.5	1.4	K29	0.0	0.3	0.0	0.3	-0.1	0.3
K23	3.4	8.9	3.8	9.3	0.5	4.2	K30	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.4
K24	0.4	0.8	0.3	0.7	0.7	1.0							
K25	-9.5	29.5	-9.1	29.5	-12.4	29.4							
K31	32.4	41.6	31.8	41.5	36.8	42.3							

б) Малі компанії

Сільське господарство							Виробництво						
Змінна	всі		платоспроможні		неплатоспроможні		Змінна	всі		платоспроможні		неплатоспроможні	
	середнє	стнд. відхил.	середнє	стнд. відхил.	середнє	стнд. відхил.		середнє	стнд. відхил.	середнє	стнд. відхил.	середнє	стнд. відхил.
K7	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	K1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2
K9	64.5	121.6	56.9	114.6	105.9	150.8	K10	138.5	184.6	126.2	171.6	201.1	231.8
K11	2.2	3.5	2.0	3.4	3.5	3.8	K24	0.5	1.4	0.4	1.1	1.1	2.1
K18	0.7	1.5	0.7	1.5	1.0	1.5	K27	3.4	8.6	3.4	8.1	3.4	10.6
K21	2.5	2.2	2.7	2.3	1.6	1.5	K29	0.1	0.3	0.1	0.3	0.0	0.3
K27	3.5	9.0	3.5	9.5	3.3	5.6							
K29	0.2	0.3	0.2	0.3	0.1	0.3							
K30	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4	0.4							
Торгівля							Інші						
Змінна	всі		платоспроможні		неплатоспроможні		Змінна	всі		платоспроможні		неплатоспроможні	
	середнє	стнд. відхил.	середнє	стнд. відхил.	середнє	стнд. відхил.		середнє	стнд. відхил.	середнє	стнд. відхил.	середнє	стнд. відхил.
K1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2	K1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2
K8	40.2	112.0	35.3	104.0	73.6	152.8	K5	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1
K9	66.4	108.0	59.7	96.6	111.4	159.6	K8	114.6	185.8	110.4	187.5	127.3	181.7
K13	0.6	2.0	0.5	1.8	1.4	3.0	K9	90.1	139.0	85.4	135.8	104.5	148.4
K18	1.7	2.8	1.6	2.6	2.4	3.4	K11	4.1	5.6	3.8	5.3	5.0	6.2
K20	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.3	K12	1.5	2.3	1.3	2.2	1.9	2.6
K21	1.7	1.5	1.7	1.4	1.5	1.8	K18	2.5	3.3	2.7	3.5	1.9	2.5
K24	0.4	1.1	0.3	1.0	0.8	1.6	K20	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
K31	33.3	43.4	30.0	41.6	55.9	48.1	K24	1.4	2.2	1.4	2.2	1.7	2.4
							K31	46.3	47.9	42.9	47.6	56.9	47.6

Таблиця В. Додаткові параметри SVM

Великі компанії			Малі компанії		
Галузь	Box Constraint	Масштаб	Галузь	Box Constraint	Масштаб
Сільське господарство	0.1	1	Сільське господарство	0.1	1
Виробництво	0.1	15	Виробництво	0.1	1
Торгівля	0.1	0.1	Торгівля	0.1	0.1
Інші	0.1	1	Інші	0.1	1

Таблиця Г. Матриця кореляцій для великих компаній

Сільське господарство									
	K8	K10	K11	K19	K22	K24	K25		
K8	1.0000								
K10	0.2450	1.0000							
K11	0.1506	0.0407	1.0000						
K19	0.1612	0.0451	0.0838	1.0000					
K22	-0.0311	-0.1871	-0.1068	-0.0590	1.0000				
K24	0.0027	0.1029	0.0082	0.1488	-0.1039	1.0000			
K25	0.0846	0.0622	-0.0575	-0.1244	0.1072	-0.0660	1.0000		

Виробництво									
	K3	K7	K12	K16	K20	K23	K24	K25	K30
K3	1.0000								
K7	0.7794	1.0000							
K12	-0.2502	-0.1247	1.0000						
K16	-0.1419	-0.0930	0.3819	1.0000					
K20	0.3650	0.3926	-0.2136	-0.2140	1.0000				
K23	0.4552	0.6035	-0.0603	-0.0793	0.2991	1.0000			
K24	-0.5263	-0.2653	0.5519	0.1663	-0.3617	-0.1186	1.0000		
K25	0.4348	0.3773	-0.1787	-0.1097	0.6066	0.1800	-0.3656	1.0000	
K30	-0.1712	-0.0695	0.8099	0.2797	-0.1123	-0.0400	0.3646	-0.1077	1.0000

Торгівля										
	K9	K11	K14	K15	K20	K21	K23	K24	K25	K31
K9	1.0000									
K11	0.1171	1.0000								
K14	0.3319	0.0826	1.0000							
K15	0.2503	0.1739	0.0472	1.0000						
K20	-0.1539	-0.0255	0.1807	-0.1379	1.0000					
K21	0.0049	0.0115	0.2624	-0.1027	0.4935	1.0000				
K23	-0.0370	-0.0596	-0.0636	-0.0825	0.1722	0.0956	1.0000			
K24	0.3188	0.3458	0.1697	0.3091	-0.1684	-0.0019	-0.0875	1.0000		
K25	0.0219	-0.0080	0.0771	-0.0032	0.4647	0.1999	0.0530	-0.2249	1.0000	
K31	0.1867	-0.1340	0.1099	0.1902	-0.2200	-0.0574	-0.4476	0.1869	-0.0506	1.0000

Інші							
	K10	K12	K21	K22	K27	K29	K30
K10	1.0000						
K12	0.2776	1.0000					
K21	-0.0864	0.0890	1.0000				
K22	-0.0793	0.0674	0.6799	1.0000			
K27	0.2237	0.2719	0.0353	0.0081	1.0000		
K29	-0.1183	0.0849	0.7299	0.6195	-0.0203	1.0000	
K30	0.3073	0.4851	0.0271	0.0152	0.1898	0.1238	1.0000

Таблиця Д. Матриця кореляцій для малих компаній

Сільське господарство									
	K7	K9	K11	K18	K21	K27	K29	K30	
K7	1.0000								
K9	-0.2669	1.0000							
K11	-0.3357	0.6992	1.0000						
K18	-0.2583	0.2997	0.2879	1.0000					
K21	0.2622	-0.0669	-0.0518	-0.2467	1.0000				
K27	-0.2559	0.3884	0.4331	0.3724	0.0185	1.0000			
K29	0.2374	-0.0024	-0.0786	-0.2980	0.7209	-0.0086	1.0000		
K30	-0.1707	0.5054	0.3005	0.0927	0.0293	-0.0697	0.0757	1.0000	

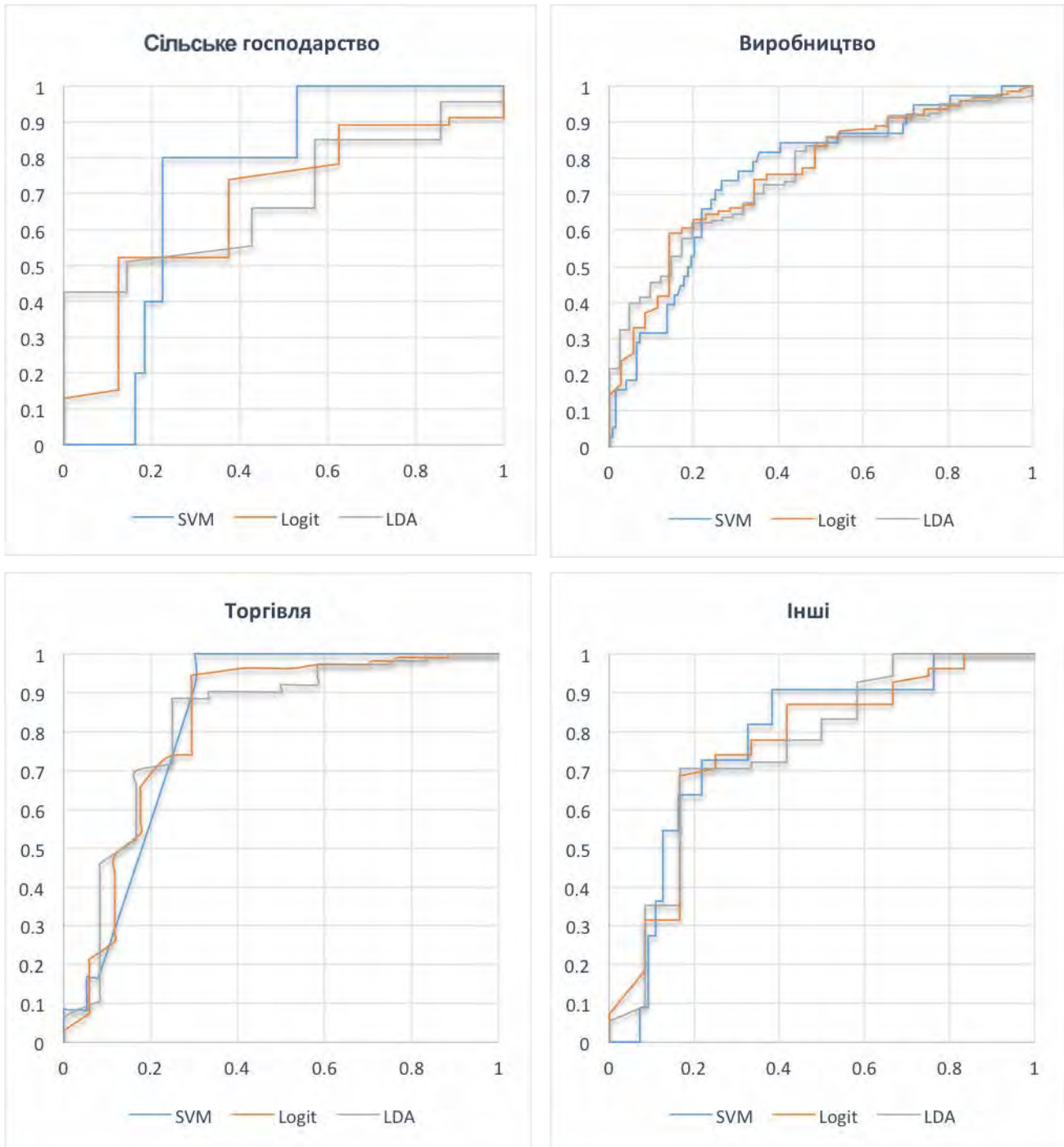
Виробництво						
	K1	K10	K11	K24	K27	K29
K1	1.0000					
K10	-0.0233	1.0000				
K11	-0.2497	0.4984	1.0000			
K24	-0.2153	0.4074	0.8497	1.0000		
K27	-0.0094	0.0451	0.2809	0.3079	1.0000	
K29	0.2109	-0.3764	-0.1267	-0.1141	0.0225	1.0000

Торгівля									
	K1	K8	K9	K13	K18	K20	K21	K24	K31
K1	1.0000								
K8	-0.0403	1.0000							
K9	-0.1662	0.3918	1.0000						
K13	-0.3612	0.6052	0.5175	1.0000					
K18	0.0134	-0.0443	0.0997	-0.0300	1.0000				
K20	0.1962	0.0495	-0.1447	-0.0451	-0.4546	1.0000			
K21	0.1062	-0.0765	-0.0074	-0.1109	-0.1281	0.5316	1.0000		
K24	-0.2454	0.4573	0.5603	0.7227	0.2029	-0.1239	-0.0198	1.0000	
K31	-0.3241	0.1016	0.2027	0.2507	0.3897	-0.4279	-0.1553	0.3522	1.0000

Інші										
	K1	K5	K8	K9	K11	K12	K18	K20	K24	K31
K1	1.0000									
K5	0.2968	1.0000								
K8	-0.1225	0.2013	1.0000							
K9	-0.2893	0.1582	0.3602	1.0000						
K11	-0.1231	0.1103	0.5286	0.5499	1.0000					
K12	-0.1933	0.1436	0.5958	0.6148	0.8649	1.0000				
K18	-0.0750	-0.1189	0.1097	0.0360	0.1965	0.1764	1.0000			
K20	0.2381	0.2409	-0.1872	-0.1495	-0.2661	-0.3130	-0.6378	1.0000		
K24	-0.0987	0.0315	0.5119	0.4735	0.8577	0.7859	0.4468	-0.4885	1.0000	
K31	-0.2844	-0.3901	0.2526	0.2945	0.4826	0.4088	0.3796	-0.4483	0.5397	1.0000

Рисунок А. ROC криві для порівнювальних моделей

а) Великі



б) Малі

