

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Навчально-науковий інститут бізнес-технологій «УАБС»  
Кафедра економічної кібернетики

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему «ЕКОНОМІКО–МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ  
ЙМОВІРНОСТІ БАНКРУТСТВА БАНКУ»

Виконала студентка 4 курсу, групи ЕК-61а  
Спеціальності 051 «Економіка»  
(Економічна кібернетика)

В'юн Д.В.

Керівник: доцент к.ф-м.н.

Братушка С.М.

Суми – 2020 рік

## РЕФЕРАТ

### кваліфікаційної роботи бакалавра на тему «ЕКОНОМІКО–МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ЙМОВІРНОСТІ БАНКРУТСТВА БАНКУ»

студентки В'юн Дар'ї Вячеславівни

Актуальність обраної для дослідження теми визначається тим, що у сучасному світі стабільна та ефективна робота банківської системи є одним із важливих чинників розвитку економіки, що забезпечує раціональний розподіл та рух фінансових ресурсів в країні. Стійкість банківської системи залежить від фінансового стану її окремих учасників. У процесі своєї діяльності банки України щоденно стикаються зі складними проблемами, які можуть стати загрозою для їх існування. Установи, що здатні їх подолати, працюють далі, а інші — опиняються на межі банкрутства. Тому виникає необхідність розробки адекватної моделі оцінки ймовірності банкрутства банку, яка враховує реалії української економіки. Варто зазначити, що регулюючі та установчі органи особливо також зацікавлені у вдосконаленні методів ранньої оцінки погіршення фінансового стану банків.

Мета кваліфікаційної роботи полягає в розробці моделі оцінки ймовірності банкрутства банку.

Об'єктом дослідження виступає діяльність банківських установ.

Предметом дослідження є методи та моделі оцінки ймовірності банкрутства банку.

Для досягнення поставленої мети роботи необхідно виконати наступні завдання:

- дослідити предметну область та особливості моделювання оцінки ймовірності банкрутства банків в Україні;
- провести аналіз існуючих підходів щодо моделювання оцінки ймовірності банкрутства банків;
- визначити та обґрунтувати вибір вхідних параметрів моделі;

- виконати формування вибірки вхідних даних;
- визначити та сформулювати структуру моделі оцінки ймовірності банкрутства банків;
- провести фактичні розрахунки за обраною моделлю;
- виконати інтерпретацію отриманих результатів та перевірити адекватність розробленої моделі;
- обґрунтувати можливість використання розробленої моделі.

Для досягнення поставленої мети та задач дослідження у якості метода дослідження було обрано моделювання за допомогою логіт-регресійного аналізу.

Інформаційною базою кваліфікаційної роботи є дані про показники фінансової діяльності банків України сайту <https://bank.gov.ua/ua/doccatalog>.

Науковий результат кваліфікаційної роботи полягає у розробці моделі оцінки ймовірності банкрутства банку на основі фінансових показників.

Отримані результати можуть бути використані як керівництвом банківських установ, так і клієнтами банків для раннього виявлення погіршення фінансового стану з метою визначення стратегії поведінки, оскільки у разі раннього виявлення проблем у діяльності банку, по-перше, органи банківського нагляду можуть прийняти своєчасне рішення про застосування належних заходів, по-друге, це дозволить звести до мінімуму витрати на підтримку діяльності банку за рахунок своєчасного втручання, і, по-третє, клієнти зможуть оцінювати доцільність визначення того, клієнтом якого банку ставати.

Ключові слова: модель, банкрутство, банкрутство банку, оцінка ймовірності банкрутства, логіт-регресія.

Зміст кваліфікаційної роботи викладено на 43 сторінках. Список використаних джерел із 25 найменувань, розміщений на 2 сторінках. Робота містить 3 таблиць, 8 рисунків, а також 3 додатки, розміщених на 8 сторінках.

Рік виконання кваліфікаційної роботи – 2020 рік.

Рік захисту роботи – 2020 рік.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	3
1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ ЙМОВІРНОСТІ БАНКРУТСТВА БАНКУ .....	6
1.1 Загальна характеристика банкрутства банку .....	6
1.2 Загальна характеристика та аналіз існуючих методів оцінки ймовірності банкрутства банку .....	7
1.3 Моделювання на основі панельних даних .....	13
1.4 Обґрунтування вибору підходу до оцінки ймовірності банкрутства банку .....	16
1.4.1 Логіт регресія .....	17
1.4.2 Пробіт-регресія.....	18
1.5 Постановка задач моделювання .....	19
2 ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ЙМОВІРНОСТІ БАНКРУТСТВА БАНКУ .....	21
2.1 Вибір вхідних даних для розробки математичної моделі.....	21
2.2 Постановка задач і розробка алгоритму дослідження .....	21
2.3 Розробка математичної моделі оцінки ймовірності банкрутства банку	24
2.3.1 Побудова моделі логістичної регресії .....	25
2.4 Перевірка адекватності моделі .....	31
ВИСНОВОК.....	33
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	34
ДОДАТОК А.....	36
ДОДАТОК Б .....	41
ДОДАТОК В.....	43

## ВСТУП

Стабільна та ефективна робота банківської системи є одним із найважливіших чинників сталого розвитку економіки, що забезпечує раціональний розподіл та рух фінансових ресурсів в країні. Стійкість банківської системи країни системи залежить від фінансового стану її окремих учасників.

За останній час українська економіка та банківський сектор пройшли найглибшу кризу за часів незалежності. Це обумовлено як військовим конфліктом на сході країни, так і масштабними структурними дисбалансами. Додатковим джерелом виникнення проблем було те, що банківський сектор тривалий час залишався без належного регулювання та ефективного нагляду. [1] В Україні вплив внутрішніх та зовнішніх факторів спричинив до скорочення кількості банків у період 2014-2017 рр. більше, ніж на 50%. [2]. В процесі своєї діяльності банки України щоденно стикаються із складними проблемами, що можуть стати серйозною загрозою для подальшого їх існування. Установи, що здатні подолати такі проблеми, працюють далі, а інші опиняються на межі банкрутства.

У загальному випадку банкрутство невеликого банку країни може пройти безболісно для суспільства та економіки. Інша річ, якщо це буде великий банк. Такі банки, зазвичай, не підлягають ліквідації, оскільки вона може призвести до негативних наслідків, що відобразяться на економіці всієї країни. Основна причина полягає в тому, що після банкрутства банку його зобов'язання лягають частково на платників податків.

Саме тому виникає необхідність розробки та використання адекватних моделей оцінки ймовірності банкрутства банків, що враховують реалії української економіки. Слід зазначити, що регулюючі органи особливо зацікавлені в удосконаленні методів раннього попередження погіршення фінансового стану банків з наступних причин.

У разі раннього виявлення проблем у діяльності банку, по-перше, органи банківського нагляду можуть прийняти своєчасне рішення про застосування належних заходів, таких як:

- збільшення розміру капіталу до рівня, який відповідає установленим нормативам. Завдяки цьому забезпечується захист вкладників;
- реорганізація (придбання проблемного банку більш сильним, у власність якого перейдуть відповідні зобов'язання). Тому вкладники стануть клієнтами більш стійкого банку і не понесуть втрат;
- встановлення режиму фінансового оздоровлення;
- припинення діяльності (відклик ліцензій на здійснення банківських операцій);
- ліквідація (банкрутство).

По-друге, це дозволить звести до мінімуму витрати на підтримку банку за рахунок раннього виявлення проблемного стану та своєчасного втручання.

По-третє, клієнти зможуть визначати доцільність того, до якого банку краще за все звертатися.

Моделювання оцінки ймовірності банкрутства банків є комплексним дослідженням, яке має власну логіку, структуру та передбачає проведення низки послідовних етапів роботи.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка та оцінювання моделі визначення ймовірності банкрутства банку.

Об'єктом дослідження виступає діяльність банківських установ.

Предметом дослідження є методи та моделі оцінки ймовірності банкрутства банку.

Для досягнення поставленої мети роботи необхідно виконати наступні завдання:

- дослідити предметну область та особливості моделювання оцінки ймовірності банкрутства банків в Україні;
- провести аналіз існуючих підходів щодо моделювання оцінки ймовірності банкрутства банків;

- визначити та обґрунтувати вибір вхідних параметрів моделі;
- виконати формування вибірки вхідних даних;
- визначити та сформулювати структуру моделі оцінки ймовірності банкрутства банків;
- провести фактичні розрахунки за обраною моделлю;
- виконати інтерпретацію отриманих результатів та перевірити адекватність розробленої моделі;
- обґрунтувати можливість використання розробленої моделі.

# 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ ЙМОВІРНОСТІ БАНКРУТСТВА БАНКУ

## 1.1 Загальна характеристика банкрутства банку

Закон України «Про банкрутство» [3] було прийнято 14 травня 1992 р. , а 30 червня 1999 р. було прийнято Закон України «Про відновлення платоспроможності боржника або визнання його банкрутом»[4].

Власне кажучи, поняття «банкрутство» характеризує собою неспроможність індивіда чи організації розплатитись з власними боргами.

Офіційно термін «банкрутство» можна визначити наступним чином:

Банкрутство (або неспроможність) – визнана уповноваженим органом держави, на підставі фінансових документів, нездатність боржника розплатитися з кредиторами в частині погашення боргових зобов'язань або виконувати необхідні платежі до державного бюджету [5].

Аналіз джерел економічної літератури дозволяє виділити три основні підходи щодо трактування поняття «банкрутство», серед яких виділяють наступні:

- фінансовий крах та абсолютна неплатоспроможність;
- нездатність фінансувати поточну операційну діяльність;
- відмова від сплати за власними боргами.

Відповідно до цього, маємо обґрунтовані підстави визначити, що банкрутство банку — це неспроможність здійснювати банківською установою фінансування поточної операційної діяльності, а також відповідати за власними борговими зобов'язаннями перед кредиторами через нестачу активів у ліквідній формі. Банкрутство банків є типовим явищем для економік країн світу.



Банкрутство банку не є випадковим станом, а зумовлюється рядом причин і обставин, приведених у табл. 1.1. Причини банкрутства достатньо вивчені в економічній літературі і розділяються різними авторами на зовнішні та внутрішні.

Таблиця 1.1 – Головні причини банкрутства банку

Зовнішні	Внутрішні
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Політична нестабільність держави;</li> <li>– Високий рівень податків;</li> <li>– Недосконалість законодавства;</li> <li>– Високий рівень інфляції;</li> <li>– Посилення конкуренції на міжбанківському ринку;</li> <li>– Посилення монополії на банківському ринку;</li> <li>– Нестабільність фінансового та валютного ринків;</li> <li>– Низький рівень розвитку технологій;</li> <li>– Зміна демографічної ситуації в країні;</li> <li>– Банкрутство юридичних осіб - клієнтів банку, банків - партнерів;</li> <li>– Рейдерські атаки;</li> <li>– Утрата довіри до банку тощо.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Некомпетентне керівництво;</li> <li>– Негативні зміни в складі та структурі банку;</li> <li>– Збиткова діяльність банківської установи;</li> <li>– Низький рівень менеджменту банку;</li> <li>– Низький рівень кваліфікації персоналу банку;</li> <li>– Недосконалість процесу ціноутворення на банківські продукти та послуги;</li> <li>– Нераціональне збільшення мережі комерційного банку;</li> <li>– Зменшення клієнтської бази.</li> </ul>

Зовнішні обставини банкрутства не залежать від керівництва та акціонерів банку, а внутрішні спричинені чинниками, що існують всередині установи [6].

## 1.2 Загальна характеристика та аналіз існуючих методів оцінки ймовірності банкрутства банку

З метою запобігання банкрутству та визначення симптомів фінансової кризи треба провести економічний аналіз діяльності суб'єкта господарювання за якомога триваліший період часу його фінансування, визначити негативні та позитивні чинники ділової активності, внутрішні та зовнішні чинники економічної нестабільності, повноту реалізації економічного потенціалу тощо.

Оцінка ймовірності банкрутства – це своєчасне виявлення неплатоспроможності, збитковості, фінансової залежності від зовнішніх джерел фінансування, низької ділової активності. Тому в класичних моделях оцінки ймовірності банкрутства фінансових установ використовують показники прибутковості, фінансової стійкості, ліквідності та ділової активності [7].

Загальний механізм оцінки ймовірності банкрутства банків можна подати у вигляді наступної схеми (рис. 1.1):

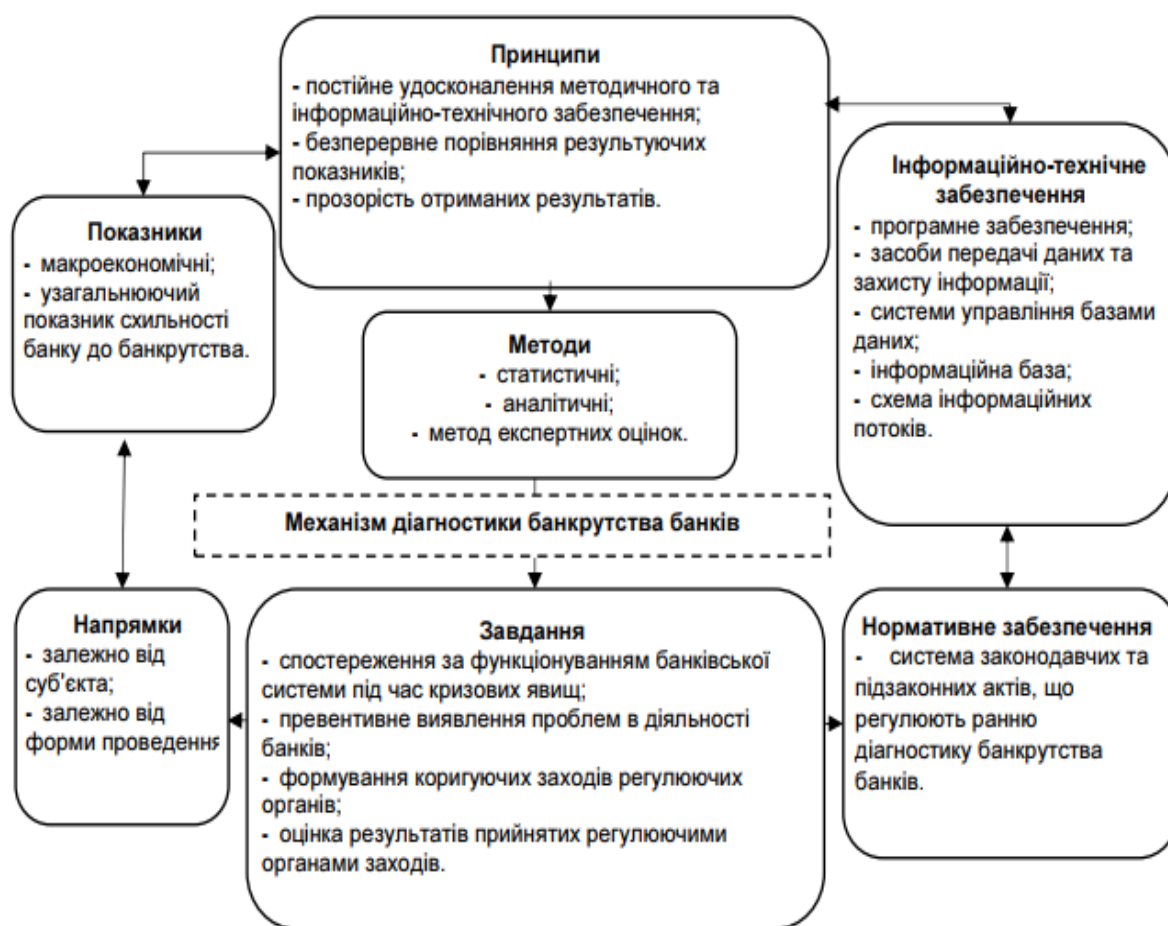


Рисунок 1.1 – Механізм ранньої оцінки ймовірності банкрутства банку

Використання сучасних методів моделювання дозволяє отримати показники, за допомогою яких можливо виконати кількісну оцінку банківських ризиків, що, фактично, є першим і найнеобхіднішим компонентом у системі діагностики банкрутства банківської установи.

Для оцінки ймовірності банкрутства у світі використовується система економетричних моделей, які будуються на основі фінансових коефіцієнтів.

Однак, використання різних методів та моделей, пов'язаних із оцінкою ймовірності банкрутства банку, в умовах України ускладнено кількома вагомими чинниками:

1) у зв'язку з тим, що банківська система України досить молода, інформаційна база, необхідна для використання традиційних статистичних методів, є невеликою. Так як Україна відносно недавно перейшла до ринкових умов господарювання, навіть та інформація, що є в наявності, неоднорідна, тому період, який можна використовувати для статистичного аналізу, стає ще меншим;

2) значно відрізняються зовнішні для компанії умови, що існують в Україні, та в країнах з розвинутою економікою. В зв'язку з цим, деякі показники, що покладено в основу загальноприйнятих моделей діагностики ймовірності банкрутства банків, в Україні визначити складно, або вони мають дещо інший зміст;

3) існує небезпека щодо отримання з публічних джерел інформації про об'єкт дослідження, що не відповідає дійсності. Причиною цього є відсутність збалансованої системи стимулів та покарань за такі дії. Поширеність цих фактів прямо впливає на точність моделей;

4) обмеженість кола застосування інформаційних систем, які використовуються органами банківського нагляду, їх невисока оперативність та трудомісткість [8].

Моделювання оцінки ймовірності банкрутства – це складний етап діагностики кризових явищ, необхідний для з'ясування тенденцій розвитку суб'єкта господарювання в умовах постійної зміни факторів зовнішнього та внутрішнього середовища, пошуку раціональних заходів для підтримання стійкості його економічної поведінки. Умови сучасної економіки характеризуються значною кількістю дестабілізуючих чинників впливу на стабільність функціонування суб'єкта господарювання, що послаблює його фінансово-економічну стійкість, спричинюючи передумови банкрутства. Тому з необхідністю прогнозування майбутніх економічних вигід пов'язана практична робота будь-

якої організації, відтак сучасний менеджер і фахівець з аналітичних досліджень повинен володіти основними навичками прикладного моделювання оцінки ймовірності банкрутства організації.

Оцінка ймовірності банкрутства банку, як окрема проблема, виникла в передових країнах відразу після закінчення Другої світової війни. Природно, виникла проблема можливості апріорного визначення умов, що призводять фірму до банкрутства. Розробки перших моделей оцінки банкрутства відносяться до початку двадцятого сторіччя [9].

Для оцінки ймовірності банкрутства підприємства у світі традиційно використовується система економетричних моделей, які будуються на основі фінансових коефіцієнтів. За допомогою математично-статистичних методів будують функцію оцінки та розраховують інтегральний показник, на підставі якого можна з достатньою ймовірністю передбачити банкрутство суб'єкта господарювання.

Враховуючи всі недоліки та переваги зарубіжних моделей прогнозування банкрутства, українськими науковцями було розроблено методики, адаптовані для вітчизняних економік.

В 60-70-ті роки ХХ століття основним підходом для розробки моделей оцінки ймовірності банкрутства був багатовимірний дискримінантний аналіз.

Пізніше, на початку 80-их років, стали застосовуватися більш розвинуті моделі дослідження: логіт-аналіз і пробіт-аналіз.

Однією з основних робіт, присвячених використанню логіт-моделі для моделювання банкрутства компаній, є «Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy» (1980, J. Ohlson) [10]. Автор роботи стверджував, що використання логіт-аналізу допоможе уникнути проблем множинного дискримінантного аналізу. Робота була побудована на основі 7 фінансових показників і 2 даммі-змінних, що найбільш часто зустрічаються в інших дослідженнях. J. Ohlson розрахував O-Score для 105 збанкрутілих компаній і 2058 фінансово «здорових» публічних компаній США, використовуючи дані за період з 1970 по 1976 роки, а потім використовував логістичну регресію для знаходження

ймовірності банкрутства. Якщо отриманий результат перевищує 0,5, то компанія з високою часткою ймовірності стане банкрутом. Прогнозна сила моделі склала 96,12% за рік до банкрутства. Одним з недоліків моделі Ohlson можна назвати використання даних для побудови моделі за 7-річний період, тобто передбачалося, що набір фінансових змінних, які передбачають банкрутство, не залежить від економічної ситуації в країні.

У наступні роки моделі, засновані на логістичній регресії, набули неабиякої популярності серед дослідників, оскільки довели свою перевагу в порівнянні з моделями дискримінантного аналізу. Наприклад, в роботі Ni Kwak (2014 рік) [11] досліджували китайські компанії – дані включали в себе інформацію по 521 збанкрутілим компаніям і по 950 «здоровим» підприємствам за період з 1999 по 2007 рік. Дослідники використовували показники, які стосуються категорій ліквідності, прибутковості, рентабельності і таких характеристик фірми, як її розмір і вік. Вони порівняли результати, отримані за допомогою методів дискримінантного аналізу та логіт-регресії, і виявилось, що прогнозна сила моделі при логіт-аналізі дещо вища (74,64%), ніж при дискримінантному аналізі (72,26%). Варто відзначити, що прогностична сила в логіт-моделі вийшла нижче, ніж в середньому в роботах інших авторів.

Альтернативою логіт-аналізу виступає пробіт-аналіз, основна відмінність якого полягає в нормальному розподілі випадкових величин. Спочатку логіт-регресія була запропонована як альтернатива пробіт-аналізу, для якого необхідно було вручну виконати необхідні обчислення було важко. Хоча в даний час така проблема перед дослідниками не стоїть, логіт-модель залишається набагато популярнішою, ніж пробіт – до 2007 року було написано 36 англomовних робіт з використанням логіт-аналізу і всього 7 робіт з використанням пробіт-аналізу[12].

Так, Zmijvskiy (1984) в своїй роботі [13] одним з перших застосував пробіт-аналіз для прогнозування банкрутства компаній. Вибірка складалася з 40 фірм-банкрутів та 800 не-банкрутів, що котируються на Американській і Нью-Йоркській біржах з 1972 по 1978 роки (за винятком фінансових і державних

компаній, а також компаній індустрії сервісу). Модель будувалася на основі трьох фінансових коефіцієнтів – «Чистий Прибуток / Сукупні активи», «Сукупний Борг / Сукупні активи», «Поточні активи / Поточні зобов'язання». Прогнозна сила моделі за рік до банкрутства компанії склала 76%. Одним з головних недоліків моделі Зміївського є ігнорування нефінансових показників фірми - наприклад, галузі та розміру.

Lennox (1999) в своїй роботі [14] порівняв дискримінантний аналіз і пробіт-аналіз, використовуючи дані 949 британських фірм за період з 1987 по 1994 роки. З фінансових показників в модель увійшли показники рентабельності, левереджа і грошового потоку. Передбачувальна сила пробіт-моделі виявилася вищою, ніж при використанні дискримінантного аналізу – 75,76% проти 69,7%. Проте результат, отриманий дослідником, поступається в прогнозній силі іншим моделям, побудованим на основі логістичного аналізу.

Таким чином, пробіт моделі, також, як і логіт-моделі, виявляються краще методів дискримінантного аналізу, оскільки, по-перше, дозволяють встановити значення ймовірності банкрутства компанії в інтервалі від 0 до 1, а значить, легше інтерпретуються. По-друге, вони не вимагають дотримання передумов використання методів дискримінантного аналізу. По-третє, вони дозволяють оцінювати значимість кожної змінної. Проте, у таких моделей є свої недоліки – вони можуть використовуватися тільки на повних даних без пропусків, чутливі до викидів в даних, а незалежні змінні повинні бути лінійно незалежні, так як аналіз заснований на пов'язаних між собою фінансових показниках компанії.

В даній кваліфікаційній роботі було використано метод логіт-регресійного аналізу. Дана модель, на нашу думку, є найбільш адаптованою для оцінки ймовірності банкрутства банківських установ в Україні. Банківські установи можуть досить успішно використовувати цю модель для виявлення на ранніх стадіях ознак зароджуваного фінансового краху.

Проаналізувавши вище перелічені моделі та джерела вхідної інформації, можна зробити висновок, що для аналізу будуть використовуватись наступні показники діяльності комерційних банків:

- грошові кошти та їх еквіваленти;
- кредити та заборгованість юридичних осіб;
- кредити та заборгованість фізичних осіб;
- основні засоби та нематеріальні активи;
- інші фінансові активи;
- інші активи;
- усього активів в іноземній валюті;
- кошти банків;
- кошти юридичних осіб;
- кошти фізичних осіб;
- усього зобов'язань в іноземній валюті;
- статутній капітал;
- рентабельність активів.

Таким чином, моделювання оцінки ймовірності банкрутства банків України необхідне як для самих банків для оцінки власних ресурсів і, відповідно, зниження ризиків банку, так і для позичальників, які можуть оцінити в який банк вигідніше та безпечніше вкладати кошти.

### 1.3 Моделювання на основі панельних даних

Панельні дані [15] дедалі частіше використовуються в задачах економетричного аналізу: побудована на панельних даних модель дозволяє досліджувати вибірку об'єктів у часі та виявляти і враховувати особливості кожної вибіркової одиниці.

Панельні дані є результатом спостереження об'єктів однієї сукупності в послідовні періоди часу (наприклад, щоквартальні дані щодо результатів діяльності банку) протягом певного інтервалу часу. Об'єктами спостереження

можуть бути індивідууми, домашні господарства, фірми, банки, регіони, країни. Масиви панельних даних поєднують у собі як просторові вибірки, так і дані часових рядів, тобто для кожного моменту часу ми маємо просторову вибірку і для кожного об'єкта з вибіркової сукупності маємо часовий ряд.

Найчастіше панельні дані — це масив спостережень за великою кількістю об'єктів протягом нетривалого періоду часу. У такій ситуації більш важливим є моделювання розбіжностей між об'єктами, ніж аналіз ефектів у часі. Відтак в моделях панельних даних немає лагових змінних. Вирізняють моделі: наскрізної регресії, регресії з детермінованими індивідуальними ефектами і модель з випадковим індивідуальним ефектом.

У моделі наскрізної регресії припускають, що всі об'єкти демонструють однакову поведінку в усі моменти спостереження. Просторові й динамічні ряди об'єднуються в один інформаційний масив, одиницею якого є об'єкто-період.

Об'єкто-періоди лише розширяють інформаційну базу моделі, параметри моделі не залежать ні від об'єктів, ні від моментів спостереження і визначаються МНК. Проте часто об'єднання просторово-динамічних рядів, розширяючи інформаційну базу моделі, водночас наділяє її особливими властивостями, які необхідно врахувати в моделі.

Головна особливість статично-динамічної інформації — залежність спостережень. Залежними виявляються не лише рівні динамічних рядів, але й ряди в цілому (і просторові, і часові), оскільки належність рівнів до того чи іншого ряду фіксована. Так, залежність між рядами динаміки — це результат просторової варіації, яка через інерційність процесів зберігається певний час. Залежність просторових рядів відображає синхронність динаміки показників по окремих об'єктах, зумовлену спільними умовами розвитку. Ігнорування цих особливостей інформаційної бази моделювання призводить до помилкових висновків.



Коли об'єкти різняться, скажімо, якістю управління, надійністю ділового партнерства тощо, але індивідуальні особливості стабільні протягом періоду спостереження, до такої інформаційної бази застосовують регресійну модель з детермінованими індивідуальними ефектами. Ознакова множина такої моделі доповнюється *dummy*-змінними окремих об'єктів  $i$  і  $j$ , коефіцієнти регресії при цих змінних характеризують індивідуальні ефекти.

У панельних даних за тривалий період часу можна виявити тенденції розвитку як окремих об'єктів, так і сукупності в цілому. Властивий усім об'єктам тренд функції  $y$  враховується в моделі за допомогою змінної часу  $t$ . Проте через нерівномірність розвитку окремих об'єктів сукупності поряд зі спільним трендом можуть виявитись істотними індивідуальні тренди.

Для їх фільтрації можна використати змінні динамічної взаємодії: для факторів —  $x_i t$ , для об'єктів —  $u_j t$ . З урахуванням усіх цих особливостей регресійну модель для сукупності об'єкто-періодів можна записати так:

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^m b_i x_i + \sum_{i=1}^m c_i x_i t + \sum_{j=1}^m a_j u_j + \sum_{j=1}^m d_j u_j t + f t \quad (1.1)$$

де:

$b_i$  — чистий, елімінований від взаємозв'язків у рамках моделі, ефект впливу фактора  $x_i$ ;

$c_i$  — зміну ефектів впливу  $b_i$  у часі;

$a_j$  — різницю між значеннями функції на  $j$ -му об'єкті і в цілому по сукупності;

$d_j$  — зміну цих відмінностей в часі;

$f$  — спільний для всіх об'єктів сукупності тренд — вплив неідентифікованих у моделі факторів;

$a$  — вільний член рівняння. Для кожного  $j$ -го об'єкта вільний член (перетин) дорівнює сумі  $(a_0 + a_j)$ ; на відміну від  $a_0$ , сума має економічний зміст — вимірює вплив факторів, які визначають специфіку цього об'єкта.

Отже, регресійна модель на панельних даних містить дві групи параметрів. Одна група представляє оцінки ефектів впливу факторів і зміну їх у часі, друга — особливості сукупності, специфіку розвитку окремих об'єктів. Уникнути перевантаження моделі і зберегти максимум інформації для оцінки параметрів можна, скориставшись алгоритмом покрокового регресійного аналізу.

#### 1.4 Обґрунтування вибору підходу до оцінки ймовірності банкрутства банку

Серед напрямків застосування економіко-математичних методів аналізу в сфері банківських технологій особливу увагу приділяють задачам, пов'язаним з побудовою моделі оцінки ймовірності банкрутства банку. Специфіка такої моделі полягає в тому, що остання дає відповідь на питання, пов'язані з оцінкою частоти сприятливого та несприятливого результату події (настання чи не настання банкрутства банку), тобто бінарного відгуку, у відповідь на дію певних факторів. Саме тому для такої оцінки використовуються специфічні методи економіко-математичного моделювання (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Методи моделювання оцінки настання події

Назва методу	Загальна характеристика
Логіт-регресія	Різновид множинної регресії, загальне призначення якої полягає в аналізі зв'язку між кількома незалежними змінними і залежною змінною. Бінарна логістична регресія застосовується у разі, коли залежна змінна є бінарною. Іншими словами, за допомогою логістичної регресії можна оцінювати ймовірність того, що подія настане для конкретного випробуваного [16].
Пробіт-регресія	Окремий випадок моделі бінарного вибору, в якій використовується нормальний розподіл, дозволяє оцінити ймовірність того, що аналізована (залежна) змінна прийме значення 1 при заданих значеннях факторів (тобто це оцінка частки "одиниць" при даному значенні факторів) [17].

### 1.4.1 Логіт регресія

В логістичній регресійній моделі [18] змодельовані значення залежної змінної знаходяться в інтервалі від 0 до 1 незалежно від значень незалежних змінних, тому ця модель часто використовується для аналізу бінарних залежних змінних або змінних відгуку.

При цьому ймовірність настання події визначається функцією:

$$\text{logit}(\hat{p}) = \log\left(\frac{\hat{p}}{1-\hat{p}}\right) = \hat{w}_0 + \hat{w}_1 \cdot x_1 + \hat{w}_2 \cdot x_2 + \dots + \hat{w}_n \cdot x_n, \quad (1.2)$$

де  $\hat{p}$  – змодельована ймовірність настання події, що цікавить дослідника;

$x_n$  –  $n$ -ий незалежний фактор;

$w_n$  –  $n$ -ий коефіцієнт регресії (оцінка фактору);

$n$  – порядковий номер фактору.

Однак, застосування логістичного перетворення до рівняння логіт-регресії породжує певні проблеми. При вирішенні задачі звичайної лінійної регресії до спостережуваних значень підганяється деяка гіперповерхня – пряма у випадку простої регресії, площина – у випадку двох незалежних змінних. Також вимогою є нормальність і некорельованість помилок.

При переході до рівняння логіт-регресії поверхня, що підганяється, вже не матиме такого простого вигляду. Це робить неможливим використання методів оцінювання, що застосовуються для лінійних задач.

Тому для оцінки параметрів логіт-регресії використовується тільки метод максимальної правдоподібності, за якого процес оцінки регресійних коефіцієнтів зводиться до максимізації ймовірності появи конкретної вибірки (при заданих спостережуваних значеннях). Це часто призводить до невисокого відсотку коректної класифікації. Логіт-регресія також слабо стійка до надмірної підгонки даних.

### 1.4.2 Пробіт-регресія

Для вирішення даних завдань моделювання також можна використовувати пробіт-модель [19] – це статистична модель бінарного вибору, що використовується для передбачення ймовірності виникнення події на основі функції стандартного нормального розподілу. Модель пробіт регресії, також як і модель логістичної регресії, відносять до моделей бінарного вибору, тому функції і завдання її побудови аналогічні логіт моделі.

У моделі пробіт-регресії розрахункове значення залежної змінної виражається як значення функції розподілу стандартного нормального закону. Пробіт – це значення, для якого обчислюється функція розподілу стандартного нормального закону розподілу. Значення пробіта залежить від лінійних комбінацій значень факторних змінних. Як і для логіт-моделі, залежна змінна в пробіт-моделі є бінарною. Фактори в пробіт моделі можуть бути кількісними змінними або категоріальними, перетвореними в бінарні змінні.

Модель бінарного вибору називається пробіт-регресією (*probit regression*), якщо вона задовольняються такі дві умови:

- 1) залишки моделі бінарного вибору є випадковими нормально розподіленими величинами;
- 2) функція розподілу ймовірностей є нормальною ймовірнісною функцією.

Пробіт-регресія може бути представлена за допомогою виразу:

$$p_i \left( y_i = \frac{1}{x_1 \dots x_n} \right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-s^2/2} ds; \quad (1.3)$$

$$z = \hat{w}_0 + \hat{w}_1 \cdot x_1 + \hat{w}_2 \cdot x_2 + \dots + \hat{w}_n \cdot x_n, \quad (1.4)$$

Де  $\hat{p}$  – змодельована ймовірність настання події, що цікавить дослідника;

$x_n$  –  $n$ -ий незалежний фактор;

$w_n$  –  $n$ -ий коефіцієнт регресії (оцінка фактору);

$n$  – порядковий номер фактору.

Для оцінки параметрів, як і у логіт-моделі, використовується метод максимальної правдоподібності. Значної різниці в результатах розрахунку пробіт-чи логіт-моделі немає. Логістична функція щільності дуже близька до нормального стандартного розподілу, але з більш «товстими хвостами».

Різниця у використанні цих моделей можлива лише у випадку, якщо дані концентруються у «хвостах» розподілів. Але історично в моделюванні соціальних явищ використовується частіше логіт, адже за допомогою нього можна розрахувати більшу кількість показників, наприклад: шанси настання певної події, їх відношення.

### 1.5 Постановка задач моделювання

В попередніх підрозділах даної кваліфікаційної роботи було обґрунтовано твердження, що моделювання оцінки ймовірності банкрутства банку є дуже актуальною задачею, оскільки це принесе практичну користь банку.

Сутність моделі оцінки ймовірності банкрутства комерційного банку полягає у можливості спрогнозувати ймовірність банкрутства в залежності від показників банківської діяльності за декілька періодів. Мета моделювання – побудувати модель, яка б на основі сукупності вхідних даних, наприклад, таких як, грошові кошти та їх еквіваленти, кредити та заборгованість юридичних осіб, кредити та заборгованість фізичних осіб, основні засоби та нематеріальні активи, інші фінансові активи, інші активи, усього активів в іноземній валюті, кошти банків, кошти юридичних осіб, кошти фізичних осіб, усього зобов'язань в іноземній валюті, статутній капітал, рентабельність активів виявляла ймовірність банкрутства банку.

Одним з ефективних способів попередження банкрутства є використання математичних методів для побудови моделі, яка дозволить оцінити ймо-

вірність банкрутства банку. Для вирішення цієї задачі, попередньо розглянувши та дослідивши різні економіко-математичні методи, для побудови моделі було обрано логіт-регресію.

Побудова моделі оцінки ймовірності банкрутства банку є актуальною задачею, оскільки це принесе реальну практичну користь банку.

## 2 ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ЙМОВІРНОСТІ БАНКРУТСТВА БАНКУ

### 2.1 Вибір вхідних даних для розробки математичної моделі

Дані які необхідні для реалізації математичної моделі, є статистичний набір показників банківської діяльності банків за останні 3 квартали до їх банкрутства [20].

Таблиця 2.1 - Опис вхідних даних

Змінна	Шкала вимірювання	Допустимі значення
Грошові кошти та їх еквіваленти	Інтервальна	$\geq 0$
Кредити та заборгованість юридичних осіб	Інтервальна	$\geq 0$
Кредити та заборгованість фізичних осіб	Інтервальна	$\geq 0$
Основні засоби та нематеріальні активи	Інтервальна	$\geq 0$
Інші фінансові активи	Інтервальна	$\geq 0$
Інші активи	Інтервальна	$\geq 0$
Усього активів в іноземній валюті	Інтервальна	$\geq 0$
Кошти юридичних осіб	Інтервальна	$\geq 0$
Кошти фізичних осіб	Інтервальна	$\geq 0$
Усього зобов'язань в іноземній валюті	Інтервальна	$\geq 0$
Статутний капітал	Інтервальна	$\geq 0$
Рентабельність активів	Безперервна	від 0 до 1
Банкрут (Не банкрут)	Номінальна	0 - не банкрут 1 - банкрут

### 2.2 Постановка задач і розробка алгоритму дослідження

В попередніх підрозділах даної кваліфікаційної роботи було обґрунтовано, що моделювання оцінки ймовірності банкрутства банку є дуже актуальною задачею на сьогоднішній день, оскільки це принесе практичну користь як керівництву банку, так і його клієнтам.

Отже, до основних задач кваліфікаційної роботи віднесемо:

- дослідження предметної області та особливості моделювання оцінки ймовірності банкрутства банків;

- проведення аналізу існуючих моделей оцінки ймовірності банкрутства банків;
- вибір найкращої моделі оцінки ймовірності банкрутства;
- вибір вхідних факторів для аналізу;
- формування вибірки даних;
- проведення параметризації обраних моделей та порівняння моделей.

Для вирішення цих завдань необхідна реалізація наступних етапів моделювання, які представлено у вигляді блок-схеми (рис 2.1).

Розглянемо даний алгоритм дослідження по блоках:

1. Вхідними даними моделі моделювання оцінки ймовірності банкрутства банку є основні фінансові показники діяльності банку.

2. Вхідні дані необхідно дослідити для виявлення тенденцій та взаємозв'язків за допомогою економіко-математичних методів аналізу, проаналізувати отримані результати й зробити висновки.

3. Розробка математичної моделі – формалізоване представлення математичних залежностей, які будуть описувати вхідні дані, класифікувати їх та, на основі цього, моделювати результуючу величину.

4. Програмна реалізація моделі, яка включає вибір програмних засобів, за допомогою яких буде реалізовано модель, та власне розробку моделі.

5. Перевірка якості та адекватності моделі – це перевірка відповідності створеної моделі фактам і тенденціям реальних економічних даних. При цьому поняття адекватності моделі має кілька граней. По-перше, можна вести мову про адекватність моделі щодо досліджуваного реального процесу, розуміючи під цим ступінь відповідності його характеристик характеристикам об'єкта. По-друге, потрібно оцінювати адекватність моделі щодо поставленої задачі.





Рисунок 2.1 – Блок-схема алгоритму моделювання оцінки ймовірності банкрутства банку

6-7. Інтерпретація результатів моделювання та формулювання висновків. На цьому етапі отримані числові результати інтерпретуються з точки зору їх економічного змісту, аналізуються та узагальнюються тенденції.

### 2.3 Розробка математичної моделі оцінки ймовірності банкрутства банку

Інструментом побудови та оцінки економіко-математичної моделі оцінки ймовірності банкрутства банку було обрано програмний пакет для статистичного аналізу Statistica [21]. Даний пакет аналізу даних широко застосовується в фінансовій, промисловій, медичній, економічній, страховій, комерційній і некомерційній сферах діяльності людей. Цей програмний продукт зручний у використанні, легкий в освоєнні, оснащений інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом. За допомогою декількох нескладних дій користувач зможе вибрати і застосувати аналітичні інструменти, які потрібні для статистичного аналізу.

Пакет Statistica є однією з найбільш потужних і повнофункціональних із усіх наявних на ринку рішень для інтелектуального аналізу даних. Він надає засоби створення та аналізу моделей, які не мають аналогів, а також широкі можливості інтеграції. Пакет є особливо зручним для аналізу даних у великих масштабах.

Даний пакет було обрано для практичної реалізації моделі через такі основні переваги:

- наявність якісних інструментів для побудови графіків і схем;
- сформовані звіти можна аналізувати в MS Word та MS Excel;
- висока точність розрахунків, помилки виключені;
- реалізована можливість управління за рішенням статистичних операцій;
- реалізовано різноманітні методи редагування графіків, схем, діаграм;
- доступність засобів деталізації, якісної графіки.

Таким чином, вибір даного пакету Statistica для побудови моделей цілком обґрунтований.

### 2.3.1 Побудова моделі логістичної регресії

Першим кроком для проведення будь-якого аналізу є усвідомлення структури представлених даних (додаток А.1). Для початку проводимо описову статистику вхідних даних (рис. 2.2).

Variable	Descriptive Statistics (Б)					
	Mean	Median	Skewness	Std.Err. Skewness	Kurtosis	Std.Err. Kurtosis
<b>Грошові кошти та їх еквіваленти</b>	<b>287,6164</b>	23,2840	2,36561	0,426892	6,465813	0,832746
Кредити та заборгованість юридичних осіб	858,4673	410,2900	1,58564	0,426892	0,931626	0,832746
Кредити та заборгованість фізичних осіб	23,6426	11,1760	1,10392	0,426892	0,247566	0,832746
Основні засоби та нематеріальні активи	63,9812	26,4540	1,36790	0,426892	0,194461	0,832746
Інші фінансові активи	107,0843	10,3530	1,87052	0,426892	2,340909	0,832746
Інші активи	104,8996	17,9285	1,52956	0,426892	1,056971	0,832746
Усього активів в іноземній валюті	697,1985	319,1130	1,96987	0,426892	3,163878	0,832746
Кошти юридичних осіб	555,7606	130,1155	1,71288	0,426892	2,196536	0,832746
Кошти фізичних осіб	377,9497	102,9885	1,94231	0,426892	2,755139	0,832746
Усього зобов'язань в іноземній валюті	659,1358	228,4425	1,81229	0,426892	2,328129	0,832746
Статутний капітал	180,4423	150,0000	1,66218	0,426892	2,851699	0,832746
Рентабельність активів (%)	-1,5827	0,0100	-2,05392	0,426892	4,086696	0,832746

Рисунок 2.2 – Описова статистика вхідних даних

Проведення та використання методів логіт-регресії вимагає нормального розподілу значень початкових даних. Першою непрямою ознакою не нормальності розподілу даних [23] є те, що середнє значення та медіана не близькі за значенням, тому початкова гіпотеза про нормальність вхідних даних відхиляється.

Далі дивимося, як розподілені значення змінних грошові кошти та їх еквіваленти, кредити та заборгованості юридичних осіб і так далі побудувавши гістограму для кожної змінної (додаток А.2 – А.13). По формі гістограм бачимо, що вони погано описуються теоретичною нормальною кривою. За критерієм Колмогорова-Смирнова [24] бачимо, що рівень значущості менше 0,05, тому гіпотеза про нормальність відхиляється.

Оскільки вхідні дані не відповідають нормальному закону розподілу, було прийнято рішення про введення та використання у моделі нових змінних

– оцінки динаміки вхідних даних (додаток А.14). Таку динаміку розраховуємо за формулами 2.1 та 2.2.

$$\frac{\text{Змінна за III квартал 2016р.}}{\text{Змінна за I квартал 2016р.}} = \text{Динаміка попереднього кварталу (2.1)}$$

$$\frac{\text{Змінна за IV квартал 2016р.}}{\text{Змінна за III квартал 2016р.}} = \text{Динаміка наступного кварталу (2.2)}$$

Оскільки описові статистики та розподіл значень на гістограмах вхідних даних та динаміка вхідних даних однакові, гіпотеза про нормальність розподілу початкових даних у роботі відхиляється.

Оскільки динаміка вхідних даних не відповідає нормальному закону розподілу, то вводимо нові дані – логарифм значень динаміки вхідних даних (додаток А.15) [25].

Тепер строго підтвердимо наші здогадки. Побудуємо модель логістичної регресії (рис. 2.3).

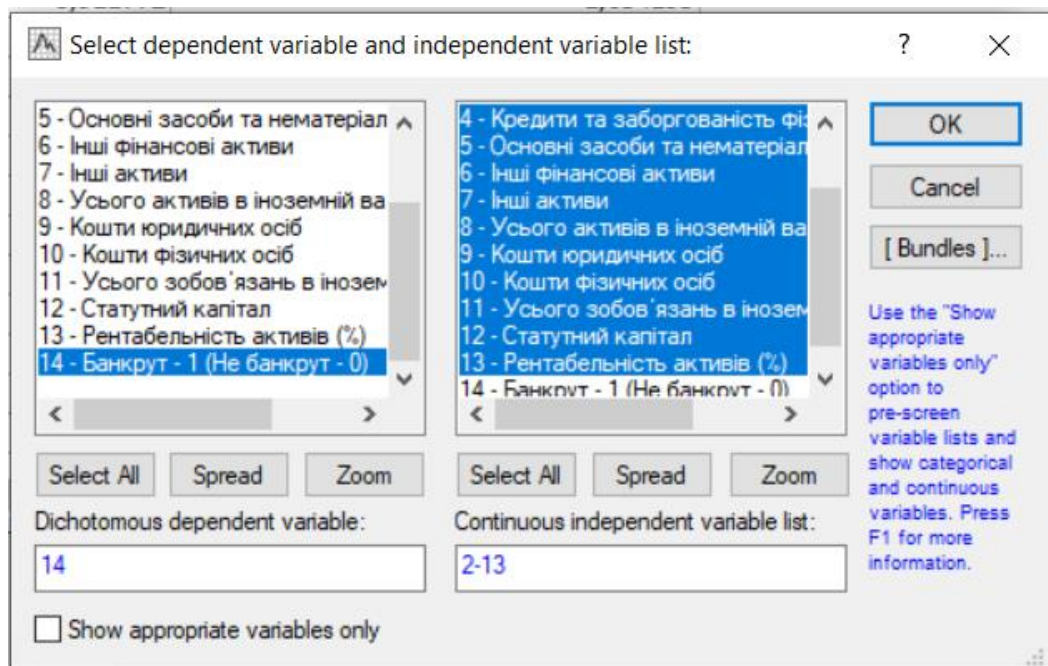


Рисунок 2.3 – Вікно з вибором змінних

Після проведення налаштувань та обчислень у пакеті Statistica користувачу буде відображено панель перегляду результатів. Тут зібрана вся інформація, що стосується побудованої моделі і результатів оцінювання (рис. 2.4).

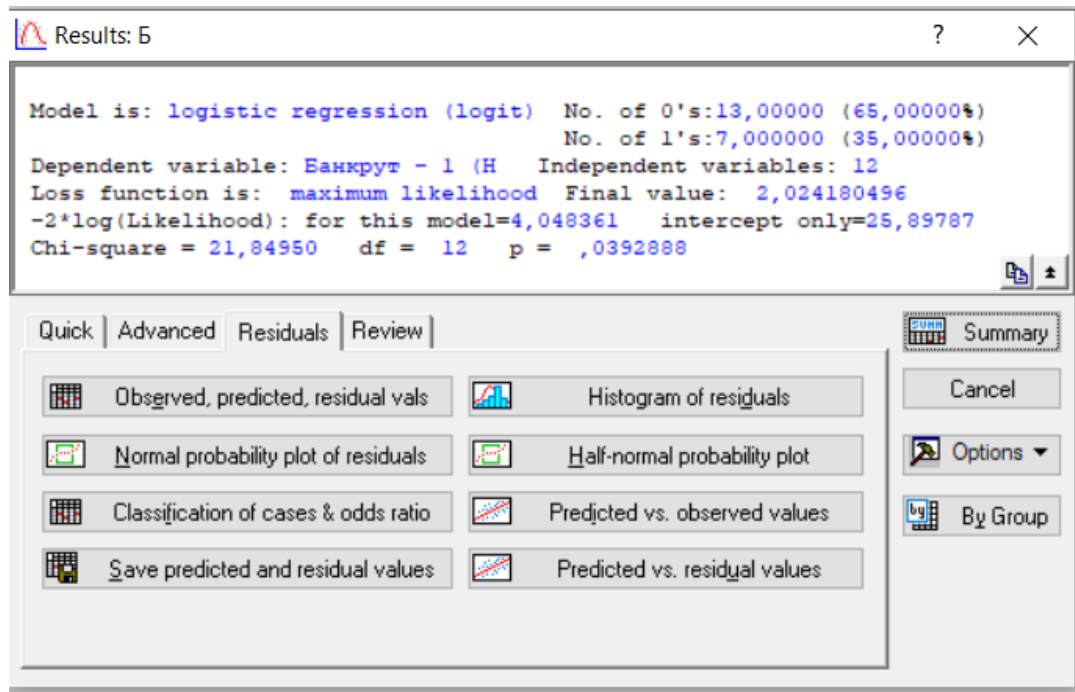


Рисунок 2.4 – Вікно перегляду результатів розрахунків

На панелі відображення результатів у верхній частині вікна міститься значення р-рівня оцінки гіпотези (коефіцієнта значущості). В даному випадку  $p = 4\%$  і нижче  $5\%$  - значення статистики Ксі-квадрат для різниці між поточною моделлю і моделлю, що містить лише вільний член, високо значимо. Тому можна зробити висновок, що обрані статистичні данні змінних впливають на оцінку ймовірності банкрутства банку, а побудована модель є адекватною та статистично значущою.

Більш докладно розглянемо таблицю результатів, в якій містяться дані про оцінку регресійних коефіцієнтів (рис. 2.5).

Model: Logistic regression (logit) N of 0's: 13 1's: 7 (Б)							
Dep. var: Банкрут - 1 (Не банкрут - 0) Loss: Max likelihood (MS-err. scaled to 1)							
Final loss: 2,024180496 Chi?( 12)=21,850 p=.03929							
N=20	Const.B0	Грошові кошти та їх еквіваленти	Кредити та заборгованість юридичних осіб	Кредити та заборгованість фізичних осіб	Основні засоби та нематеріальні активи	Інші фінансові активи	Інші активи
Estimate	-7,79969	41,98871	-40,5357	-9,88395	34,7669	-25,9064	96,...
Odds ratio (unit ch)	0,00041		0,0000	0,00005		0,0000	
Odds ratio (range)			0,0000	0,00038	899,8317	0,0000	

Рисунок 2.5 – Фрагмент таблиці результатів оцінки параметрів та стандартних помилок логіт-моделі

У таблиці результатів параметр загальної оцінки значущості моделі має рівень значущості  $p < 0,05$  ( $p = 0.039$ ). По суті, результати дослідження показують, що значення даних вхідних змінних мають суттєвий вплив на оцінку ймовірності банкрутства банку.

Нагадаємо, що регресійна логіт-модель гарантує, що передбачені (розраховані) значення будуть знаходитися всередині відрізка  $[0, 1]$ , де «0» означає неможливість банкрутства банку, а «1» - банкрутство банку. Відповідно, можна зробити припущення, що розраховане за моделлю значення (від 0 до 1) може бути показником оцінки можливості банкрутства. Наприклад, при розрахунку значення в межах від 0 до 0.3, можна говорити про низьку ймовірність банкрутства банку, при значеннях в межах від 0.3 до 0.7 – помірну, а при значеннях понад 0.7 – про високу ймовірність банкрутства банку.

Додатково відзначимо, що окрім р-параметру загальної оцінки моделі використовують значення залишків оцінки параметрів моделі. Такі залишки розраховують як різницю фактичних та відповідних їх розрахованих за моделлю значень залежної змінної (у нашому випадку це оцінка ймовірності банкрутства). За теорією, значення залишків моделі повинні бути близькими до нуля та відповідати нормальному розподілу.

Результати відповідних результатів, отриманих засобами пакету Statistica 10, приведено на рис. 2.6.



	Model is: (Б)		
	Dep. Var. : Банкрут - 1 (Не банкрут - 0)		
	Observed	Predicted	Residuals
Народний капітал	0,000000	0,051455	-0,051455
Народний капітал	1,000000	0,886875	0,113125
Фінбанк	0,000000	0,000000	-0,000000
Фінбанк	1,000000	0,726906	0,273094
Вектор банк	0,000000	0,158901	-0,158901
<b>Вектор банк</b>	1,000000	<b>0,999826</b>	0,000174
Новый	0,000000	0,000005	-0,000005
Новый	0,000000	0,215787	-0,215787
Експрес Банк	0,000000	0,000031	-0,000031
Експрес Банк	0,000000	0,000006	-0,000006
Діамантбанк	0,000000	0,000000	-0,000000
Діамантбанк	1,000000	1,000000	0,000000
Фортуна-Банк	0,000000	0,000000	-0,000000
Фортуна-Банк	1,000000	1,000000	0,000000
Банк Фінансовий партнер	0,000000	0,000000	-0,000000
Банк Фінансовий партнер	1,000000	0,731852	0,268148
Банку Богуслав	0,000000	0,000001	-0,000001
Банку Богуслав	0,000000	0,430907	-0,430907
Кредит Оптима Банк	0,000000	0,008615	-0,008615
Кредит Оптима Банк	1,000000	0,793369	0,206631

Рисунок 2.6 – Фактичні, передбачені і розраховані значення залишків

При порівнянні фактичних і передбачених значень, а також за величиною залишків видно, що залишки для всіх випадків дорівнюють 0. Також видно, що найменші залишки відповідають випадкам коли ймовірність банкрутства банку є високою, тобто, модель дає кращі результати, коли ймовірність банкрутства банку є досить високою. Всі спостереження з ймовірністю менше або рівними 0.3 класифікуються як не банкрут – 0, спостереження з ймовірністю більше 0.3 та менше або дорівнює 0.7 – не банкрут але на межі банкрутства, інші, з ймовірністю більше 0.7, класифікуються як банкрути – 1. На рисунку 2.7 представлено результати оцінки вхідних даних для розробленої моделі.

Classification of Cases (Б)			
Odds ratio: ----			
	Pred.	Pred.	Percent
Observed	0,000000	1,000000	Correct
0,000000	13	0	100,0000
1,000000	0	7	100,0000

Рисунок 2.7 – Класифікація незгоди

З рисунку видно, що побудована модель на 100% пояснює значення початкових даних.

Таким чином, загальне значення оцінки ймовірності банкрутства банку Р визначається наступним значенням:

$$P = 1 / (1 + \exp(-рез)) \quad (2.3)$$

де рез – розраховане за коефіцієнтами моделі значення динаміки показників банку.

Безпосередньо значення показника «рез» визначається за таблицею результатів моделі (див. рис. 2.5) і розраховується за формулою:

$$\begin{aligned}
 \text{рез} = & -7.79 + 41.99 \log_{10}(\text{Грошові кошти та їх еквіваленти}) - \\
 & - 40.54 \log_{10}(\text{Кредити та заборгованість юридичних осіб}) - \\
 & - 9.88 \log_{10}(\text{Кредити та заборгованість фізичних осіб}) + \\
 & + 34.76 \log_{10}(\text{Основні засоби та нематеріальні активи}) - \\
 & - 25.91 \log_{10}(\text{Інші фінансові активи}) + \\
 & + 96.39 \log_{10}(\text{Інші активи}) - \\
 & - 42.43 \log_{10}(\text{Усього активів в іноземній валюті}) + \\
 & + 82.97 \log_{10}(\text{Кошти юридичних осіб}) + \\
 & + 18.48 \log_{10}(\text{Кошти фізичних осіб}) - \\
 & - 43.56 \log_{10}(\text{Усього зобов'язань в іноземній валюті}) + \\
 & + 12.4 \log_{10}(\text{Статутний капітал}) - \\
 & - 0.0011 \log_{10}(\text{Рентабельність активів(\%)})
 \end{aligned} \quad (2.4)$$



## 2.4 Перевірка адекватності моделі

Одним з цікавих результатів перевірки адекватності отриманих результатів є аналіз отриманих даних. З цієї точки зору показовими є результати оцінки ймовірності банкрутства банку. Так, за фактичними даними динаміки цього банку ймовірність банкрутства становила 0 (не є банкрут), але за розрахованими значеннями для другого періода була визначена невисока ймовірність банкрутства (понад 0.4), тобто, слід було визначати високу ймовірність банкрутства. Такий висновок було отримано і фактично – вже у наступному кварталі фінансової звітності банк «Банк Богуслав» було оголошено банкрутом. Цей факт є яскравим прикладом адекватності побудованої моделі.

Для подальшої перевірки адекватності розробленої моделі у роботі було проведено розрахунки оцінки ймовірності банкрутства банків, дані про фінансову діяльність яких не було враховано при визначенні параметрів моделі. У якості таких банків було обрано показники двох банків за 3 квартали. Першого банку «БАНК ЮНІСОН» за три квартали до його банкрутства, а другого «Полтава-банк» за той же період але не банкруту (додаток Б.1).

У додатку Б наведена структура представлених даних. Оскільки нам потрібні такі ж дані для розрахунку, як і в побудові логістичної моделі, то ми вводимо нові дані динаміки вхідних даних для перевірки коефіцієнтів. Динаміку розраховуємо за формулами 2.3 та 2.4.

$$\frac{\text{Змінна за IV квартал 2017р.}}{\text{Змінна за II квартал 2017р.}} = \text{Динаміка II кварталу 2017р.} \quad (2.3)$$

$$\frac{\text{Змінна за IV квартал 2017р.}}{\text{Змінна за I квартал 2018р.}} = \text{Динаміка IV кварталу 2017р.} \quad (2.4)$$

Отримані значення наведені у додатку Б.2. Далі ми вводимо нові дані – логарифм динаміки вхідних даних для перевірки коефіцієнтів. Отримані значення наведені в додатках Б.3 та Б.4. Фактично розраховані оцінки ймовірності банкрутства банку наступні:

Банк «БАНК ЮНІСОН» ймовірність банкрутства у попередньому періоді – (0,000000002)

Банк «БАНК ЮНІСОН» ймовірність банкрутства у наступному періоді – (1)

Банк «Полтава-банк» ймовірність банкрутства у попередньому періоді – (0,0006)

Банк «Полтава-банк» ймовірність банкрутства у наступному періоді – (0,00000000003)

Тобто, розраховані значення оцінки ймовірності банкрутства для двох комерційних банків у повній мірі відповідають фактичним даним – банк «БАНК ЮНІСОН» у подальшому став банкрутом, а банк «Полтава-банк» у подальшому не став банкрутом.

Ці розрахунки є ще одним підтвердженням адекватності побудованої моделі.

## ВИСНОВОК

У даній кваліфікаційній роботі було досліджено галузь банківської сфери, виявлено її особливості та актуальні проблеми, зокрема проблему раннього діагностування та оцінки ймовірності банкрутства комерційного банку. Проведено аналіз основних підходів до моделювання оцінки ймовірності настання події, що цікавить дослідника, а саме: оцінки ймовірності банкрутства банку.

У ході аналізу було проведено аналіз стану моделювання предметної області та вирішено побудувати економіко-математичні модель логіт-регресії оцінювання ймовірності банкрутства на основі панельних даних. Розрахунки будувалися за допомогою пакету Statistica та Excel на основі даних про фінансові показники діяльності банків-банкрутів України.

У результаті моделювання було побудовано модель оцінки ймовірності банкрутства, оцінено її параметри, перевірено адекватність самої моделі та зроблено висновок про доцільність її використання.

Отримані у роботі результати мають практичну значущість, оскільки можуть бути використані як для аналізу діяльності самих банків для оцінки власних ресурсів, зниження ризиків банку і відповідно, формування стратегії діяльності. Окрім того, результати розрахунків можуть бути корисними і для клієнтів банківських установ, які можуть оцінити в який, банк вигідніше та безпечніше вкладати кошти.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

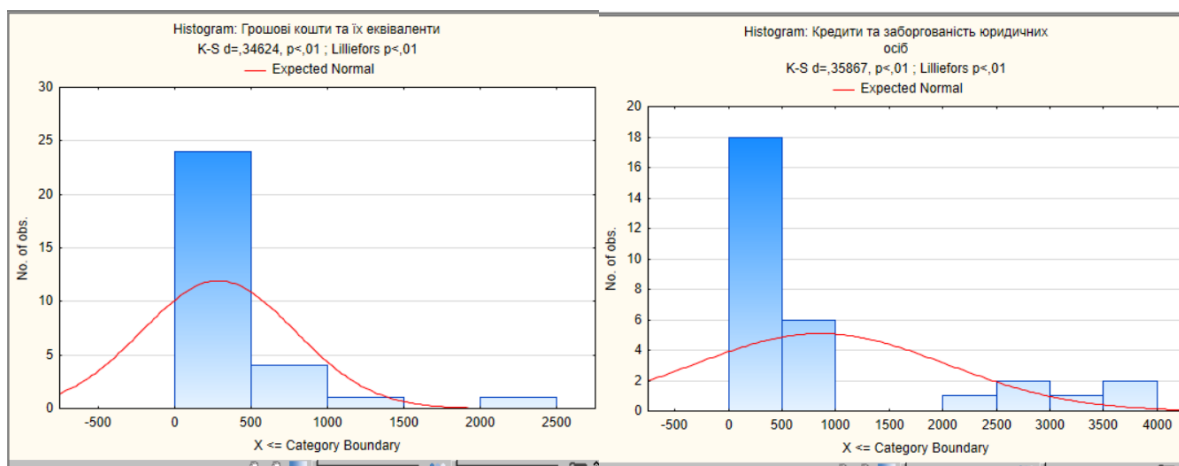
1. Звіт про фінансову стабільність Національного банку України за 2016 рік URL: [https://bank.gov.ua/admin\\_uploads/article/FSR\\_2016R2.pdf](https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/FSR_2016R2.pdf)
2. Кількість банків в Україні 2008–2020 рр. URL: <https://index.minfin.com.ua/banks/stat/count/>
3. ЗУ «Про банкрутство» від 14.05.1992 №2344-XII URL: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/T234400.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/T234400.html)
4. ЗУ «Про відновлення платоспроможності боржника або визнання його банкрутом» (у редакції Закону України від 22.12.2011 № 4212- VI) (Інформаційний лист ВГСУ від 28.03.2013 № 01-06/606/2013) URL: <http://www.arbitr.gov.ua/news/1171/>
5. Що таке банкрутство і чим це загрожує? URL: <https://moyaosvita.com.ua/ekonomika/shho-take-bankrutstvo-i-chim-ce-zagrozhuye/>
6. Банкрутство банку: економічна сутність, види та причини URL: <http://fbi.cfuv.ru/wp-content/uploads/2017/09/012mstoyan.pdf>
7. Костіна О.М. Методи та моделі діагностики кризового стану підприємства / О.М. Костіна, О.Є. Майборода // Вісник СумДУ. Серія «Економіка». – 2012. – № 4. – С. 91-97.
8. Succurro, M. & Mannarino, L. (2014). The Impact of Financial Structure on Firms' Probability of Bankruptcy: A Comparison across Western Europe Convergence Regions. Eers. Estudios Económicos Regionales y Sectoriales, 14(1), 81-94
9. Подольська В. О. Фінансовий аналіз : навч. посібник / В. О. Подольська, О. В. Яріш. — К. : Центр навч. л-ри, 2007. — 488 с.
10. Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy URL: <https://ru.scribd.com/document/254540989/Financial-Ratios-and-the-Probabilistic-Prediction-of-Bankruptcy>

11. Development of a Seat Stains Quantification Method Based on Logistic Regression URL: <https://www.researchgate.net/publication/335433393>
12. Sample size issues in multilevel logistic regression models URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0225427>
13. The Performance of Insolvency Prediction and Credit Risk Models in the U.K: A Comparative Study. The British Accounting Review, 45(3), 183-202. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bar.2013.0>
14. Lennox URL: <https://www.coursehero.com/file/p25i7mc/Lennox>
15. Моделювання з використанням панельних даних / Н.Г.Шевченко, І.В.Лупан 66 с.
16. Логіт-регресія URL: <http://statistica.ru/theory/logisticheskaya-regressiya/>
17. Пробіт-регресія URL: <http://znaimo.com.ua/Пробітний-регресія>
18. Logistic regression URL: <https://towardsdatascience.com/logistic-regression-detailed-overview-46c4da4303bc>
19. Probit regression URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1706008>
20. Проблемні банки України URL: <https://minfin.com.ua/banks/problem/>
21. Програма Statistica URL: <https://statsoftstatistica.ru/>
22. Рейтинг банків України за фінансовими показниками URL: [https://bankchart.com.ua/spravochniki/rejtingi\\_bankov](https://bankchart.com.ua/spravochniki/rejtingi_bankov)
23. Нормальний закон розподілу URL: [https://stud.com.ua/39338/tovaroznavstvo/normalniy\\_zakon\\_rozpodilu](https://stud.com.ua/39338/tovaroznavstvo/normalniy_zakon_rozpodilu)
24. Критерій Колмогорова-Смирнова URL: [http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Критерий\\_Колмогорова-Смирнова](http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Критерий_Колмогорова-Смирнова)
25. Логістична функція, коефіцієнти, відношення шансів, і логіт URL: [https://ru.qwe.wiki/wiki/Logistic\\_regression](https://ru.qwe.wiki/wiki/Logistic_regression)

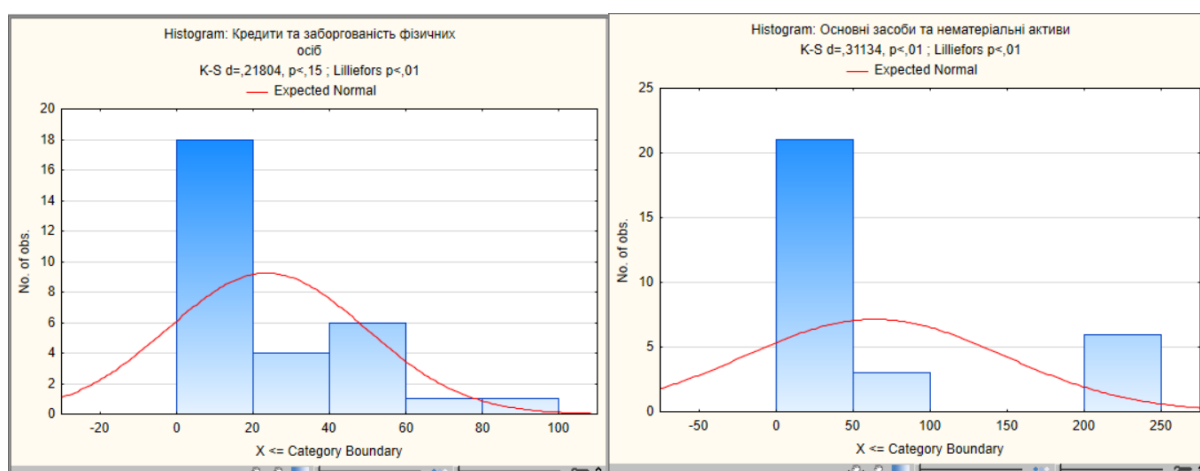
## ДОДАТОК А

Назва банку	Період	Грошові кошти та їх еквіваленти	Кредити та заборгованість юридичних осіб	Кредити та заборгованість фізичних осіб	Основні засоби та нематеріальні активи	Інші фінансові активи	Інші активи	Усього активів в іноземній валюті	Кошти юридичних осіб	Кошти фізичних осіб	Усього зобов'язань в іноземній валюті	Статутний капітал	Рентабельність активів (%)	Банкрут - 1 (Не банкрут - 0)
Народний капітал	I квартал 2016р.	11,308	126,190	3,190	35,871	5,000	38,106	25,259	54,226	19,411	31,276	106,221	-4,60	0
	III квартал 2016р.	11,008	130,570	1,375	35,634	11,000	38,594	23,209	60,617	20,023	32,135	106,221	0,98	0
	IV квартал 2016р.	4,698	144,616	1,320	35,956	3,000	41,388	13,784	59,947	19,288	32,523	120	1,26	1
Фінбанк	I квартал 2016р.	18,177	402,627	5,330	4,580	1,469	236,000	402,877	114,980	6,851	434,840	122,474	-2,29	0
	III квартал 2016р.	17,378	685,091	4,226	4,080	1,306	128,000	366,007	119,254	1,461	389,936	185,05	0,01	0
	IV квартал 2016р.	21,227	645,447	5,123	3,836	1,143	115,000	304,226	122,639	0,925	340,147	185	-9,66	1
Вектор банк	I квартал 2016р.	4,089	142,299	3,145	3,499	11,000	2,562	347,000	11,050	12,449	1,276	121	0,89	0
	III квартал 2016р.	3,933	164,517	8,486	3,190	6,000	2,000	334,000	27,381	27,457	3,903	121	0,62	0
	IV квартал 2016р.	15,385	173,433	11,192	4,459	26,000	3,906	946,000	40,915	42,742	12,304	121	0,45	1
Новий	I квартал 2016р.	931,422	589,140	2,406	5,861	9,787	26,739	880,601	1846,161	189,936	885,430	150	0,01	0
	III квартал 2016р.	1064,153	564,640	2,520	6,441	11,774	26,931	1008,411	1464,881	174,585	936,553	150	-0,01	0
	IV квартал 2016р.	875,798	517,886	2,198	6,592	10,919	27,357	855,739	1326,674	163,235	856,414	150	0,01	0
Експрес Банк	I квартал 2016р.	398,642	468,850	79,531	77,130	4,024	9,036	394,445	414,129	413,951	390,876	248,768	0,21	0
	III квартал 2016р.	303,551	499,826	58,174	76,656	5,856	9,118	270,200	288,803	384,628	266,945	248,768	-2,82	0
	IV квартал 2016р.	343,886	507,662	56,437	72,708	5,954	8,562	273,279	269,909	386,026	269,394	248,768	-0,68	0
Діамантбанк	I квартал 2016р.	2205,958	3552,226	91,133	225,661	215,265	380,655	3093,406	3049,586	1950,002	3110,890	210	-0,05	0
	III квартал 2016р.	824,562	3564,083	51,118	238,224	52,498	392,766	3341,340	1999,844	1974,118	3178,053	210	-13,51	0
	IV квартал 2016р.	968,897	3426,859	39,618	234,442	28,120	557,175	3503,825	2277,051	1971,300	3238,582	210	-9,65	1
Фортуна-Банк	I квартал 2016р.	46,761	2916,988	3,350	214,408	288,000	2,388	1507,914	902,499	1086,210	1780,560	365	-2,00	0
	III квартал 2016р.	53,710	2835,242	1,500	212,280	371,000	1,019	1482,123	869,485	1020,301	1673,002	465	-3,18	0
	IV квартал 2016р.	376,000	2283,218	1,471	211,148	314,000	1,062	1058,441	744,396	683,735	1299,256	465	-3,92	1
Банк Фінансовий партнер	I квартал 2016р.	9,200	21,278	11,160	40,342	522,000	442,000	46,927	38,575	1,540	21,669	125	2,28	0
	III квартал 2016р.	6,437	32,489	27,654	39,250	657,000	353,000	49,159	31,757	1,676	22,373	125	0,30	0
	IV квартал 2016р.	4,994	32,856	24,090	38,392	592,000	293,000	41,923	27,729	7,346	13,122	125	0,99	1
Банку Богуслав	I квартал 2016р.	25,341	349,419	23,530	17,274	3,707	2,297	164,523	182,742	236,016	180,928	180	0,26	0
	III квартал 2016р.	32,801	381,826	19,983	17,102	28,707	2,528	77,186	137,592	238,778	178,517	180	-2,37	0
	IV квартал 2016р.	29,976	417,953	17,274	17,194	9,000	2,065	99,345	179,356	296,533	189,940	180	-1,33	0
Кредит Оптима Банк	I квартал 2016р.	13,345	59,260	52,148	12,470	2,000	0,971	3,070	5,239	2,717	2,792	63	0,14	0
	III квартал 2016р.	3,356	59,165	50,311	12,410	6,000	1,928	0,889	1,036	3,044	0,240	63	0,10	0
	IV квартал 2016р.	2,499	58,363	50,286	12,345	9,000	0,836	0,846	4,365	2,208	0,197	63	0,08	1

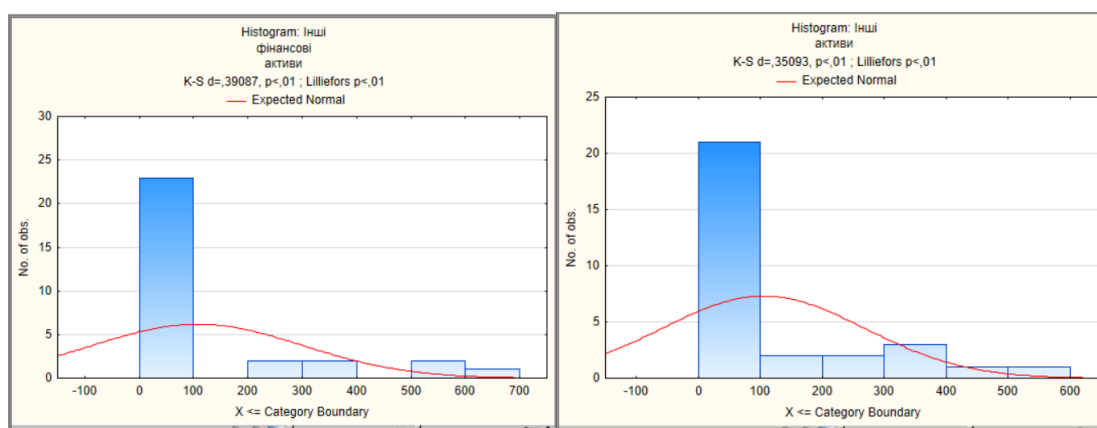
Додаток А.1 – Вхідні дані (млн.грн.)



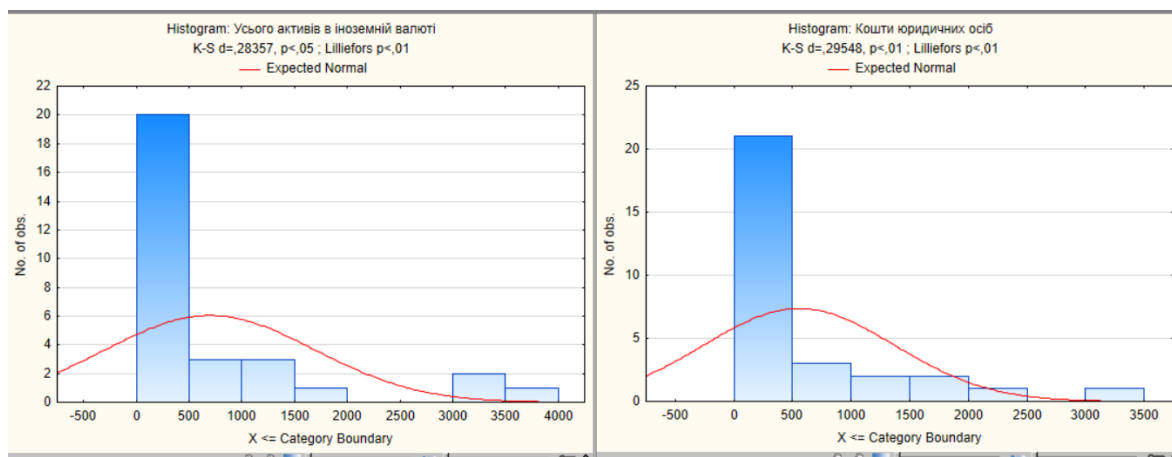
Додаток А.2–А.3 – «Грошові кошти та їх еквіваленти»  
та «Кредити та заборгованість юридичних осіб»



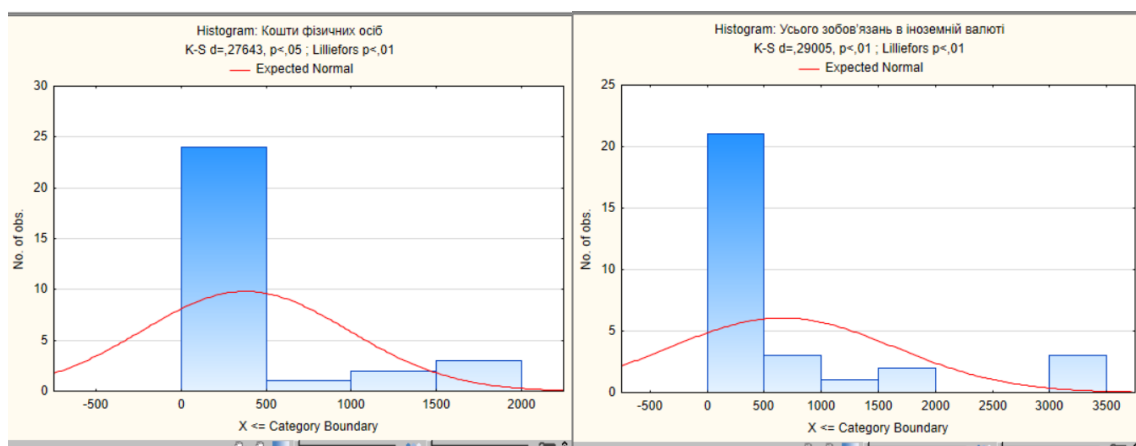
Додаток А.4 – А.5 – «Кредити та заборгованість фізичних осіб» та «Основні засоби та нематеріальні активи»



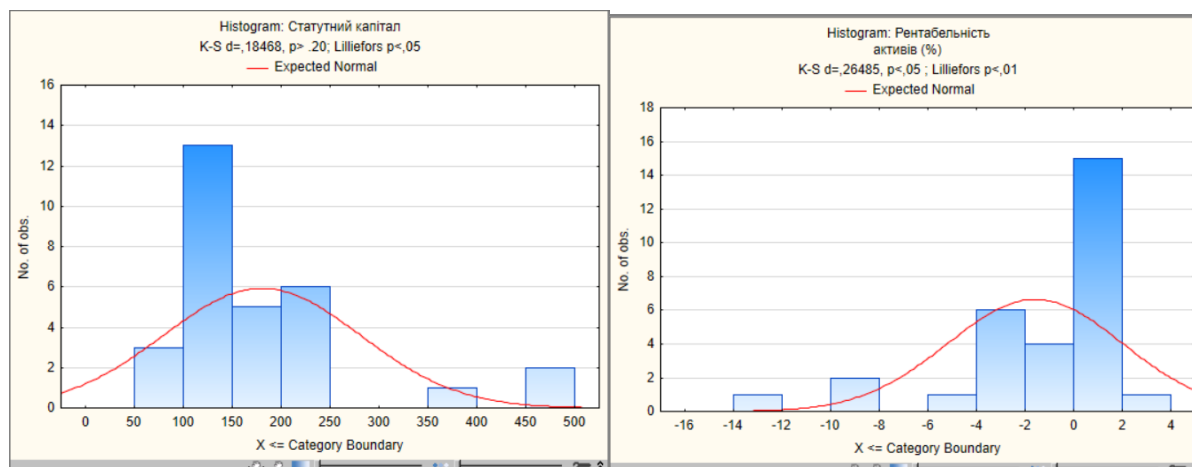
Додаток А.6 – А.7 – «Інші фінансові активи» та «Інші активи»



Додаток А.8 – А.9 – «Усього активів в іноземній валюті»  
та «Кошти юридичних осіб»



Додаток А.10 – А.11 – «Кошти фізичних осіб»  
та «Усього зобов'язань в іноземній валюті»



Додаток А.12 – А.13 – «Статутний капітал»  
та «Рентабельність активів»



Банк	Період	Грошові кошти та їх еквіваленти	Кредити та заборгованість юридичних осіб	Кредити та заборгованість фізичних осіб	Основні засоби та нематеріальні активи	Інші фінансові активи	Інші активи	Усього активів в іноземній валюті	Кошти юридичних осіб	Кошти фізичних осіб	Усього зобов'язань в іноземній валюті	Статутний капітал	Рентабельність активів (%)	Банкрут - 1 (Не банкрут - 0)
Народний капітал	I квартал 2016р.	0,973	1,035	0,431	0,993	2,200	1,013	0,919	1,118	1,032	1,027	1,000	-0,213	0
Народний капітал	III квартал 2016р.	0,427	1,108	0,960	1,009	0,273	1,072	0,594	0,989	0,963	1,012	1,130	1,286	1
Фінбанк	I квартал 2016р.	0,956	1,702	0,793	0,891	0,889	0,542	0,908	1,037	0,213	0,897	1,511	-0,004	0
Фінбанк	III квартал 2016р.	1,221	0,942	1,212	0,940	0,875	0,898	0,831	1,028	0,633	0,872	1,000	-966,000	1
Вектор банк	I квартал 2016р.	0,962	1,156	2,698	0,912	0,545	0,781	0,963	2,478	2,206	3,059	1,000	0,697	0
Вектор банк	III квартал 2016р.	3,912	1,054	1,319	1,398	4,333	1,953	2,832	1,494	1,557	3,152	1,000	0,726	1
Новий	I квартал 2016р.	1,143	0,958	1,047	1,099	1,203	1,007	1,145	0,793	0,919	1,058	1,000	-1,000	0
Новий	III квартал 2016р.	0,823	0,917	0,872	1,023	0,927	1,016	0,849	0,906	0,935	0,914	1,000	-1,000	0
Експрес Банк	I квартал 2016р.	0,761	1,066	0,731	0,994	1,455	1,009	0,685	0,697	0,929	0,683	1,000	-13,43	0
Експрес Банк	III квартал 2016р.	1,133	1,016	0,970	0,948	1,017	0,939	1,011	0,935	1,004	1,009	1,000	0,24	0
Діамантбанк	I квартал 2016р.	0,374	1,003	0,561	1,056	0,244	1,032	1,080	0,656	1,012	1,022	1,000	270,20	0
Діамантбанк	III квартал 2016р.	1,175	0,961	0,775	0,984	0,536	1,419	1,049	1,139	0,999	1,019	1,000	0,71	1
Фортуна-Банк	I квартал 2016р.	1,149	0,972	0,448	0,990	1,288	0,427	0,983	0,963	0,939	0,940	1,274	1,59	0
Фортуна-Банк	III квартал 2016р.	7,001	0,805	0,981	0,995	0,846	1,042	0,714	0,856	0,670	0,777	1,000	1,23	1
Банк Фінансовий партнер	I квартал 2016р.	0,700	1,527	2,478	0,973	1,259	0,799	1,048	0,823	1,088	1,032	1,000	0,13	0
Банк Фінансовий партнер	III квартал 2016р.	0,776	1,011	0,871	0,978	0,901	0,830	0,853	0,873	4,383	0,587	1,000	3,30	1
Банку Богуслав	I квартал 2016р.	1,294	1,093	0,849	0,990	7,744	1,101	0,469	0,753	1,012	0,987	1,000	-9,12	0
Банку Богуслав	III квартал 2016р.	0,914	1,095	0,864	1,005	0,314	0,817	1,287	1,304	1,242	1,064	1,000	0,56	0
Кредит Оптима Банк	I квартал 2016р.	0,251	0,998	0,965	0,995	3,000	1,986	0,290	0,198	1,120	0,086	1,000	0,71	0
Кредит Оптима Банк	III квартал 2016р.	0,745	0,986	1,000	0,995	1,500	0,434	0,952	4,213	0,725	0,821	1,000	0,80	1

Додаток А.14 – Динаміка вхідних даних

Банк	Період	Грошові кошти та їх еквіваленти	Кредити та заборгованість юридичних осіб	Кредити та заборгованість фізичних осіб	Основні засоби та нематеріальні активи	Інші фінансові активи	Інші активи	Усього активів в іноземній валюті	Кошти юридичних осіб	Кошти фізичних осіб	Усього зобов'язань в іноземній валюті	Статутний капітал	Рентабельність активів (%)	Банкрут - 1 (Не банкрут - 0)
Народний капітал	I квартал 2016р.	-0,012	0,015	-0,365	-0,003	0,342	0,006	-0,037	0,048	0,013	0,012	0,000	-5000,000	0
Народний капітал	III квартал 2016р.	-0,370	0,044	-0,018	0,004	-0,564	0,030	-0,226	-0,005	-0,016	0,005	0,053	0,109	1
Фінбанк	I квартал 2016р.	-0,020	0,231	-0,101	-0,050	-0,051	-0,266	-0,042	0,016	-0,671	-0,047	0,179	-5000,000	0
Фінбанк	III квартал 2016р.	0,087	-0,026	0,084	-0,027	-0,058	-0,047	-0,080	0,012	-0,199	-0,059	0,000	-5000,000	1
Вектор банк	I квартал 2016р.	-0,017	0,063	0,431	-0,040	-0,263	-0,108	-0,017	0,394	0,344	0,486	0,000	-0,157	0
Вектор банк	III квартал 2016р.	0,592	0,023	0,120	0,145	0,637	0,291	0,452	0,174	0,192	0,499	0,000	-0,139	1
Новий	I квартал 2016р.	0,058	-0,018	0,020	0,041	0,080	0,003	0,059	-0,100	-0,037	0,024	0,000	-5000,000	0
Новий	III квартал 2016р.	-0,085	-0,038	-0,059	0,010	-0,033	0,007	-0,071	-0,043	-0,029	-0,039	0,000	-5000,000	0
Експрес Банк	I квартал 2016р.	-0,118	0,028	-0,136	-0,003	0,163	0,004	-0,164	-0,157	-0,032	-0,166	0,000	-5000,00	0
Експрес Банк	III квартал 2016р.	0,054	0,007	-0,013	-0,023	0,007	-0,027	0,005	-0,029	0,002	0,004	0,000	-0,62	0
Діамантбанк	I квартал 2016р.	-0,427	0,001	-0,251	0,024	-0,613	0,014	0,033	-0,183	0,005	0,009	0,000	2,43	0
Діамантбанк	III квартал 2016р.	0,070	-0,017	-0,111	-0,007	-0,271	0,152	0,021	0,056	-0,001	0,008	0,000	-0,15	1
Фортуна-Банк	I квартал 2016р.	0,060	-0,012	-0,349	-0,004	0,110	-0,370	-0,007	-0,016	-0,027	-0,027	0,105	0,20	0
Фортуна-Банк	III квартал 2016р.	0,845	-0,094	-0,008	-0,002	-0,072	0,018	-0,146	-0,067	-0,174	-0,110	0,000	0,09	1
Банк Фінансовий партнер	I квартал 2016р.	-0,155	0,184	0,394	-0,012	0,100	-0,098	0,020	-0,084	0,037	0,014	0,000	-0,88	0
Банк Фінансовий партнер	III квартал 2016р.	-0,110	0,005	-0,060	-0,010	-0,045	-0,081	-0,069	-0,059	0,642	-0,232	0,000	0,52	1
Банку Богуслав	I квартал 2016р.	0,112	0,039	-0,071	-0,004	0,889	0,042	-0,329	-0,123	0,005	-0,006	0,000	-5000,00	0
Банку Богуслав	III квартал 2016р.	-0,039	0,039	-0,063	0,002	-0,504	-0,088	0,110	0,115	0,094	0,027	0,000	-0,25	0
Кредит Оптима Банк	I квартал 2016р.	-0,599	-0,001	-0,016	-0,002	0,477	0,298	-0,538	-0,704	0,049	-1,066	0,000	-0,15	0
Кредит Оптима Банк	III квартал 2016р.	-0,128	-0,006	0,000	-0,002	0,176	-0,363	-0,022	0,625	-0,139	-0,086	0,000	-0,10	1

Додаток А.15 – Логарифм динаміки вхідних даних

## ДОДАТОК Б

Банк	Період	Грошові кошти та їх еквіваленти	Кредити та заборгованість юридичних осіб	Кредити та заборгованість фізичних осіб	Основні засоби та нематеріальні активи	Інші фінансові активи	Інші активи	Усього активів в іноземній валюті	Кошти юридичних осіб	Кошти фізичних осіб	Усього зобов'язань в іноземній валюті	Статутний капітал	Рентабельність активів (%)	Банкрут-1 (Не банкрут-0)
БАНК ЮНІСОН	II квартал 2017р.	48,782	345,208	25,242	78,693	1,595	2,971	205,270	66,582	27,710	188,392	335,146	-3,630	0
	IV квартал 2017р.	37,792	452,494	31,492	72,751	1,412	3,136	165,229	56,489	19,072	184,848	335,146	-3,980	0
	I квартал 2018р.	135,816	144,117	21,759	70,089	-94,682	5,856	157,695	28,030	7,432	98,563	335,146	-3,570	1
Полтава-банк	II квартал 2017р.	103,184	456,127	57,195	340,575	7,235	28,647	194,496	692,034	512,444	193,344	225,600	1,549	0
	IV квартал 2017р.	146,954	799,521	63,004	347,538	5,635	33,335	231,054	709,066	535,878	229,780	225,600	1,220	0
	I квартал 2018р.	76,072	687,802	55,699	348,213	4,710	33,446	245,156	639,238	459,857	286,347	242,600	0,690	0

## Додаток Б.1 – Вхідні дані для перевірки адекватності моделі (млн.грн.)

Банк	Період	Грошові кошти та їх еквіваленти	Кредити та заборгованість юридичних осіб	Кредити та заборгованість фізичних осіб	Основні засоби та нематеріальні активи	Інші фінансові активи	Інші активи	Усього активів в іноземній валюті	Кошти юридичних осіб	Кошти фізичних осіб	Усього зобов'язань в іноземній валюті	Статутний капітал	Рентабельність активів (%)	Банкрут-1 (Не банкрут-0)
БАНК ЮНІСОН	IV квартал 2017р.	0,775	1,311	1,248	0,924	0,886	1,056	0,805	0,848	0,688	0,981	1,000	1,096	0
БАНК ЮНІСОН	I квартал 2018р.	3,594	0,318	0,691	0,963	-67,035	1,867	0,954	0,496	0,390	0,533	1,000	0,897	1
Полтава-банк	IV квартал 2017р.	1,424	1,753	1,102	1,020	0,779	1,164	1,188	1,025	1,046	1,188	1,000	0,788	0
Полтава-банк	I квартал 2018р.	0,518	0,860	0,884	1,002	0,836	1,003	1,061	0,902	0,858	1,246	1,075	0,566	0

## Додаток Б.2 – Динаміка вхідних даних для перевірки

Банк	Період	Грошові кошти та їх еквіваленти	Кредити та заборгованість юридичних осіб	Кредити та заборгованість фізичних осіб	Основні засоби та нематеріальні активи	Інші фінансові активи	Інші активи	Усього активів в іноземній валюті	Кошти юридичних осіб	Кошти фізичних осіб	Усього зобов'язань в іноземній валюті	Статутний капітал	Рентабельність активів (%)	Банкрут - 1 (Не банкрут - 0)
БАНК ЮНІСОН	IV квартал 2017р.	-0,111	0,118	0,096	-0,034	-0,053	0,023	-0,094	-0,071	-0,162	-0,008	0,000	0,040	0
БАНК ЮНІСОН	I квартал 2018р.	0,556	-0,497	-0,161	-0,016	-5000	0,271	-0,020	-0,304	-0,409	-0,273	0,000	-0,047	1
Полтава-банк	IV квартал 2017р.	0,154	0,244	0,042	0,009	-0,109	0,066	0,075	0,011	0,019	0,075	0,000	-0,104	0
Полтава-банк	I квартал 2018р.	-0,286	-0,065	-0,054	0,001	-0,078	0,001	0,026	-0,045	-0,066	0,096	0,032	-0,248	0

Додаток Б.3 – Логарифм динаміки вхідних даних для перевірки

Коефіцієнти	-7,799	41,989	-40,536	-9,884	34,767	-25,906	96,386	-42,428	82,974	18,477	-43,559	12,398	-0,001	рез.	
БАНК ЮНІСОН	1	-0,111	0,118	0,096	-0,034	-0,053	0,023	-0,094	-0,071	-0,162	-0,008	0,000	0,040	0,000000002	0
БАНК ЮНІСОН	1	0,556	-0,497	-0,161	-0,016	-5000	0,271	-0,020	-0,304	-0,409	-0,273	0,000	-0,047	1,000000000	1
Полтава-банк	1	0,154	0,244	0,042	0,009	-0,109	0,066	0,075	0,011	0,019	0,075	0,000	-0,104	0,000617132	0
Полтава-банк	1	-0,286	-0,065	-0,054	0,001	-0,078	0,001	0,026	-0,045	-0,066	0,096	0,032	-0,248	0,00000000003	0

Додаток Б.4 – Перевірка

## ДОДАТОК В

### SUMMARY

Viun D.V. economic and mathematical model of bankruptcy probability estimation. Bachelor's degree qualification work. Sumy State University, Sumy, 2020.

In the work of estimation of probability of bankruptcy of bank and models used for estimation are investigated in the work. An analysis of the factors influencing the probability of bankruptcy was conducted. The main purpose of the study is to develop a model for estimating the probability of bank bankruptcy based on panel data.

Keywords: model, bankruptcy, bankruptcy of bank, bankruptcy probability estimation, estimation of probability of bankruptcy, logit regression.

### АНОТАЦІЯ

В'юн Д.В. Економіко–математична модель оцінки ймовірності банкрутства банку. Кваліфікаційна робота бакалавра. Сумський державний університет, Суми, 2020 р.

У роботі досліджено сутність оцінювання ймовірності банкрутства банку та моделі, які використовуються для оцінки. Було проведено аналіз факторів, які впливають на ймовірність банкрутства. Основною метою дослідження є розробка моделі оцінювання ймовірності банкрутства банку на основі панельних даних.

Ключові слова: модель, банкрутство, банкрутство банку, оцінка ймовірності банкрутства, логіт-регресія.