

2. Герасименко В. С. Принципи побудови та структура статистичного забезпечення ефективного управління суб'єктом підприємницької діяльності / В. С. Герасименко // Статистика України. – 2005. – № 4. – С. 48–50.
3. Малишенко В. А. Особливості аналізу статистичної звітності українських підприємств / В. А. Малишенко, К. А. Малишенко // Україна наукова 2002: матеріали Другої всеукраїнської наук.-практ. конф., (22–24 трав. 2002 р.). – Дніпропетровськ, 2002. – Вип. 5. – С. 37.
4. Слободяник Ю. Б. Статистичний облік : [навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисц.] / Слободяник Ю. Б. // ДВНЗ “Українська академія банківської справи Національного банку України”. – Суми : ДВНЗ “УАБС НБУ”, 2009. – 115 с.
5. Цал-Цалко Ю. С. Звіт про основні показники діяльності підприємств: проблеми формування інтегрованих інформаційних ресурсів / Ю. С. Цал-Цалко // Статистика України. – 2001. – № 2. – С. 18–23.
6. Закон України “Про державну статистику” від 17.09.1992 р. № 2614-XII [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=2614-12>
7. Загальний табель (перелік) форм державних статистичних спостережень на 2011 рік : затверджений Наказом Державного комітету статистики України від 09.12.2010 р. № 494 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua> – Назва з титул. екрана.
8. Закон України “Про електронні документи та електронний документообіг” від 22.05.2003 р. № 851-IV [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=851-15>
9. Закон України “Про електронний цифровий підпис” від 22.05.2003 р. № 852-VI [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=852-15>
10. Розпорядження Кабінету Міністрів України “Про схвалення Стратегії розвитку державної статистики на період до 2012 року” від 05.11.2008 р. № 1413 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=1413-2008-%F0>
11. Наказ Державного комітету статистики України “Про затвердження Порядку подання електронної звітності до органів державної статистики” від 12.01.2011 р. № 3 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=z0408-11>
12. Наказ Державного комітету статистики України “Про затвердження Порядку проведення перевірок достовірності первинних та статистичних даних, вивчення стану первинного обліку і статистичної звітності органами державної статистики” від 19.06.2003 р. № 186 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.dtk.com.ua/show/2cid03270.html>
13. Наказ Державного комітету статистики України “Про затвердження форм державних статистичних спостережень зі статистики промисловості” від 12.07.2010 р. № 266 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://search.ligazakon.ua/1_doc2.nsf/link1/FIN56763.html

УДК 330.4:658.14/.17



Д. В. Ящук,

*кандидат економічних наук,
начальник відділу,*

Товариство з обмеженою відповідальністю “ЛНК”;

О. І. Черняк,

*доктор економічних наук, професор,
завідувач кафедри,*

Київський національний університет імені Тараса Шевченка;

В. О. Монаков,

начальник відділу,

ДП “Державний інститут комплексних техніко-економічних досліджень”

Розробка моделей класифікації українських підприємств за ймовірністю банкрутства з використанням дискримінантного аналізу та методу дерев рішень

Відібрано фінансові показники, що точно і вичерпно характеризують ключові аспекти фінансового стану українських підприємств та можуть свідчити про появу ознак фінансової кризи. За допомогою кластерного аналізу промислового підприємства згруповано за масштабністю фінансової кризи. З використанням методів багатофакторного дискримінантного аналізу та дерев рішень розроблено комплекс економіко-математичних моделей, що дозволяють класифікувати українські промислові підприємства за ймовірністю їхнього банкрутства.

Ключові слова: банкрутство, неплатоспроможність, діагностика банкрутства, економіко-математична модель, кластерний аналіз, кореляційний аналіз, дискримінантний аналіз, дерева рішень.

Кризовий стан, неплатоспроможність і банкрутство підприємств є одними з нагальних проблем у нинішніх нестабільних умовах економіки України. Банкрутство щороку загрожує значній частині підприємств, зокрема у промисловос-

ті, його негативними наслідками для економіки України є порушення господарських зв'язків, зменшення доходів місцевих та державного бюджетів, фінансові збитки партнерів, працівників і власників підприємства та ін. Подолання проблеми банкрутства значною мірою залежить від його своєчасного діагностування та виявлення факторів, що спричинили такий стан. Це дасть можливість розробити адекватні антикризові заходи, що дозволять запобігти банкрутству українських підприємств, подолати їх кризовий стан та нормалізувати господарську діяльність. Важливим етапом вирішення цієї проблеми є розробка систем діагностики для регулярного моніторингу фінансового стану підприємств, що уможливить попереднє виявлення небезпечних для підприємства кризових тенденцій, оцінювання масштабів фінансової кризи та ймовірності банкрутства. Це забезпечить прийняття оптимальних управлінських рішень щодо таких підприємств і дозволить у разі потреби вжити відповідних попереджувальних заходів для виправлення ситуації та недопущення її у майбутньому.

Дослідженням теоретичних основ економічного та фінансового аналізу підприємств, діагностики їх кризового стану, неплатоспроможності та банкрутства займалися багато зарубіжних та вітчизняних учених. Їх зусиллями була проведена значна робота щодо розробки методів і моделей діагностики фінансової кризи та банкрутства підприємств. Побудовані ними методи та моделі показали високу ефективність та точність результатів при вирішенні зазначеного завдання. Проте переважна більшість цих методів та моделей розроблена саме зарубіжними вченими, відповідно оцінка параметрів і селекція показників здійснювалися для підприємств зарубіжних країн із розвинутою ринковою економікою. Тому використання для підприємств України цих методів та моделей у їх початковому вигляді є некоректним, що було доведено у роботі [1], а їх адаптація для вирішення поставленого завдання також виявилася безперспективною [4; 5]. Крім того, деякі важливі питання щодо розробки таких методів та моделей при їх побудові не враховані або недостатньо вивчені авторами.

Тому метою дослідження є розробка системи експрес-діагностики кризового фінансового стану на прикладі українських промислових підприємств у формі комплексу економіко-математичних моделей, які б дозволили з достатньо високою точністю класифікувати такі підприємства за масштабістю фінансової кризи та за ймовірністю їх банкрутства.

Побудова моделей здійснювалася за такими етапами:

1) підготовка даних та відбір відповідних фінансових показників;

2) аналіз даних та поділ вибірки підприємств на класи за масштабами фінансової кризи;

3) вибір оптимальних параметрів, побудова моделей за допомогою дискримінантного аналізу та дерев рішень;

4) тестування моделей на незалежній вибірці.

Для побудови моделей були використані останні на момент дослідження дані по українських промислових підприємствах, підпорядкованих Міністерству промислової політики України, за 2006–2008 роки. Для підвищення точності класифікації моделей із вихідної бази даних були сформовані окремі вибірки відповідно до спеціалізації підприємств, і для кожної з цих груп побудовано окремі моделі. Таким чином, було виділено такі групи підприємств:

1. Виробничі промислові підприємства.

2. Підприємства, що займаються науковими дослідженнями у галузі промисловості.

3. Підприємства, що займаються проектуванням.

4. Підприємства, що займаються іншою діяльністю у галузі промисловості.

Першим і найважливішим етапом побудови моделей є вибір ключових показників для діагностики фінансової кризи та банкрутства українських підприємств. Виконання цього завдання проводилося за кількома послідовними кроками. На першому було зібрано та проаналізовано всі відносні показники, що наразі використовуються на практиці для оцінки фінансового стану підприємств. Ці показники були згруповані за аспектами фінансового стану, які вони здатні висвітлювати, а саме: платоспроможність та ліквідність, оборотність, фінансова стійкість та рентабельність. Другим кроком було виокремлення з вищезазначеного переліку тих показників, що використовуються як у вітчизняних, так і у зарубіжних методах та моделях діагностики банкрутства. На третьому кроці здійснено експертний відбір найбільш значущих показників для діагностики фінансової кризи та банкрутства українських підприємств. Відібрані для моделі фінансові показники повинні задовольняти таким умовам:

– максимально точно описувати кожен із найважливіших аспектів фінансового стану підприємства;

– надавати комплексну і вичерпну оцінку фінансового стану підприємства;

– бути незалежними з економічної позиції;

– їх кількість повинна бути мінімальною, але достатньою для забезпечення перших двох вимог.

Остаточний перелік показників такий (у дужках наведено позначення кожного показника для обчислень): коефіцієнт абсолютної ліквідності (X_1); коефіцієнт співвідношення дебіторської та кредиторської заборгованостей (X_2); коефіцієнт оборотності оборотних активів (X_3); коефіцієнт оборотності кредиторської заборгованості (X_4);

коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості (X_5); коефіцієнт ефективності використання трудових ресурсів (X_6); коефіцієнт зносу основних засобів (X_7); коефіцієнт фінансової автономії (X_8); коефіцієнт маневреності власного капіталу (X_9); коефіцієнт покриття боргів власним капіталом (X_{10}); рентабельність активів (X_{11}); рентабельність продажів (X_{12}); рентабельність поточних активів (X_{13}); рентабельність власного капіталу (X_{14}); рентабельність основної діяльності (X_{15}).

Для максимізації якості моделей і об'єктивного аналізу було здійснено такі кроки:

1) вирішено обрати лише показники-стимулятори, тобто такі, зростання значення яких свідчить про покращання ситуації у тому чи іншому аспекті фінансового стану підприємства. Через це замість коефіцієнта зносу основних засобів взято обернений до нього показник;

2) при розрахунку показників рентабельності у чисельнику замість чистого прибутку вирішено використати прибуток від операційної діяльності для збільшення варіації показників рентабельності, оскільки переважна більшість підприємств із вибірки дослідження мала низькі за модулем показники рентабельності;

3) підприємства, що мали збитки від операційної діяльності, включено до вибірки дослідження і для них розраховано показники рентабельності. Останній крок дозволив значно збільшити варіацію цих показників, бо вони стали набувати не лише додатних, а й від'ємних значень. Крім того, внаслідок цього збільшився обсяг вибірки, підвищилась об'єктивність аналізу, оскільки багато збиткових підприємств мали низькі значення й усіх інших показників, тобто власне були потенційними банкрутами.

Після того, як було створено остаточний перелік фінансових показників для побудови моделей, для всіх чотирьох груп підприємств були сформовані відповідні вибірки за кожним із відібраних показників. Під час формування вибірок, як і в попередніх розрахунках, виникла проблема нестачі даних по значній частині підприємств, необхідних для розрахунку деяких показників. Після вилучення відповідних спостережень розмір вибірок за групами проектувальних підприємств та підприємств, які займаються іншою діяльністю, скоротився до 37-ми і 53-х спостережень відповідно. Такі кількості спостережень є недостатніми для побудови ефективних моделей, і тому ці дві групи підприємств вирішено було виключити з дослідження. Таким чином, для побудови моделей було підготовлено дві вибірки: по виробничих промислових підприємствах (628 спостережень) і по науково-дослідних підприємствах у галузі промисловості (208 спостережень).

Наступним кроком став аналіз отриманих вибірок. Його результати засвідчили специфічний характер даних, а саме: для значної частини підпри-

ємств складно однозначно ідентифікувати їхній фінансовий стан, оскільки спостерігалися високі значення одних показників при низьких значеннях інших. При цьому виявлено, що порівняно з іншими показниками зміни значень коефіцієнтів ефективності використання трудових ресурсів і маневреності власного капіталу (X_6 і X_9 відповідно) досить часто демонструють майже обернену залежність. На жаль, проведене дослідження не дало можливості з'ясувати причини цього факту, тому ці показники довелося виключити з аналізу. Також встановлено, що більша частина показників для обох груп підприємств має доволі значну варіацію, проте більшість значень цих показників знаходяться у досить вузьких проміжках. Так, значення коефіцієнта абсолютної ліквідності (X_1) є низьким для переважної більшості підприємств обох груп (не перевищує 0,1), що свідчить про їх незадовільний фінансовий стан. Низьким для переважної більшості підприємств є також значення коефіцієнта зносу основних засобів (X_7), що коливається у межах від 1 до 2 із середнім значенням 1,9 по групі виробничих підприємств і 1,7 – по науково-дослідних. Тобто частка зносу основних засобів перевищує 50% (для науково-дослідних підприємств вона у середньому становить близько 60%), що є негативним показником. Аналіз показників рентабельності (X_{11} – X_{15}) показав, що вони мають дуже низькі значення по переважній більшості підприємств і не перевищують у середньому 0,05, причому приблизно у третині підприємств значення цих показників є від'ємними. За результатами аналізу було окреслено і деякі позитивні моменти. Так, у значній кількості підприємств коефіцієнт співвідношення дебіторської та кредиторської заборгованостей (X_2) був у межах норми й у середньому склав 0,7. Значення ж коефіцієнта фінансової автономії (X_8) у переважній більшості підприємств виявилось досить високим і склало у середньому 0,6, причому по третині підприємств воно перевищувало 0,7–0,8. Незважаючи на вказані позитивні моменти, результати аналізу дозволили зробити висновок про кризовий фінансовий стан більшості підприємств із вибірки дослідження.

Ураховуючи вищезазначені особливості характеру даних, зокрема їх розподілу, було вирішено сформувати лише два класи підприємств відповідно до масштабу їх фінансової кризи та ймовірності банкрутства: клас S – підприємства, які не демонструють ознак кризи або переживають легку фінансову кризу і мають ймовірність банкрутства 0–49%; клас B – підприємства, які переживають глибоку або катастрофічну фінансову кризу і мають ймовірність банкрутства 50–100%.

Наступним кроком для поділу вибірок підприємств на класи було застосування кластерного аналізу [3], а саме алгоритму k -середніх. Кластеризація була проведена досить успішно для обох груп підприємств. Проте для виробничих промис-

лових підприємств із аналізу довелося виключити коефіцієнти оборотності дебіторської заборгованості (X_5) і зносу основних засобів (X_7) через близькість розташування їх середніх за класами. З цієї самої причини для другої групи підприємств довелося виключити всі показники рентабельності та знову ж таки показник X_7 . Після проведення кластеризації виробничих підприємств до класу S було віднесено 237 підприємств, а до класу В – 391. Науково-дослідні підприємства були аналогічно кластеризовані у співвідношенні 83 до 125. Такий розподіл за кластерами також свідчить про кризовий фінансовий стан більшості досліджених підприємств.

Наступним етапом для обох груп підприємств є побудова моделі за допомогою дискримінантного аналізу [2]. Перевірка даних на мультиколінеарність показала наявність досить сильних взаємозв'язків по ряду показників, тому для обох моделей вони були виключені з аналізу. Після здійснення цієї процедури у моделі для першої групи підприємств залишено показники $X_1, X_2, X_3, X_8, X_{11}$, а у моделі для другої – X_1, X_2, X_4, X_8 . Після виключення показників між деякими з тих, що залишилися, ще спостерігалися слабкі кореляційні зв'язки. Проте цей набір показників було вирішено вважати остаточним, оскільки у такий спосіб отримано оптимальну конфігурацію моделі з максимальною економічною значущістю при мінімальному рівні мультиколінеарності.

Проведений дискримінантний аналіз дав добрі результати. Обидві моделі виявилися значущими і характеризуються високою дискримінантною силою, про що свідчать значення відповідних статистичних критеріїв. Крім того, обидві моделі показали абсолютну точність класифікації при навчанні (100%).

Модель для виробничих промислових підприємств має такий вигляд:

$$Z = 10,098X_1 + 0,811X_2 + 0,122X_3 + 14,146X_8 + 3,445X_{11} - 9,774.$$

Точність класифікації при перевірці на тестовій вибірці виявилася досить високою і становила 94,7%, що свідчить про високу ефективність побудованої моделі.

Для науково-дослідних підприємств у галузі промисловості модель має такий вигляд:

$$Z = 27,748X_1 - 0,003X_2 + 0,120X_4 - 0,123X_8 - 4,689.$$

Для цієї моделі точність класифікації теж виявилася достатньо високою та склала 96,2%. Оскільки межа між класами є нечіткою, а розбиття на більше ніж два класи – недоцільним, то наступним кроком, виходячи із середніх значень дискримінантної функції по кожному з класів, було розроблено детальнішу шкалу для більш точної ідентифікації масштабу фінансової кризи та оцінки ймовірності банкрутства (табл. 1).

Таблиця 1

Шкала ймовірності банкрутства промислових підприємств

Клас		В	В	S	S
Z	Виробничі промислові підприємства	Менше -2,79	[-2,79; 0]	(0; 2,79]	Більше 2,79
	Науково-дослідні підприємства	Менше -3,96	[-3,96; 0]	(0; 3,96]	Більше 3,96
Вид фінансової кризи		Катастрофічна	Глибока	Легка	Немає кризи
Імовірність банкрутства, %		Більше 75	75-50	50-25	Менше 25

Наступним кроком було розроблення моделей для обох груп підприємств за допомогою методу дерев рішень [6; 7]. Для вирішення цього завдання було застосовано такі алгоритми: CART (Classification And Regression Trees), CHAID (Chi-square Automatic Interaction Detector), QUEST (Quick, Unbiased, Efficient Statistical Trees). Цілями формування окремих моделей за допомогою кожного з наведених алгоритмів було:

- порівняти точність класифікації моделей;
- проаналізувати, які змінні включені алгоритмами у модель, та важливість цих змінних;
- обрати оптимальну модель для кожної групи підприємств.

Для максимізації якості моделей експериментальним шляхом були підібрані оптимальні значення параметрів дерев рішень. Так, за критерієм зупинки навчання моделі було встановлено мінімальні кількості об'єктів у вузлі, необхідні для подальшого розбиття.

Для моделей, побудованих за допомогою алгоритму CART, були задані значення апріорних ймовірностей згідно з обсягами класів кожної з вибірок. Для моделей, побудованих за допомогою алгоритмів CART і QUEST, був застосований спосіб відтинання, тобто зупинка відтинання при перевищенні однієї стандартної похибки.

Усі побудовані моделі продемонстрували достатньо високу точність класифікації як під час навчання (91,8–100%), так і при перевірці на тестових вибірках (86,7–91,5%). Для виробничих промислових підприємств найвищу точність класифікації (91,5%) продемонструвала модель, побудована за допомогою алгоритму CART (рис. 1), а для науково-дослідних – за допомогою алгоритму CHAID (90,9%).

Таким чином, були отримані досить точні та прозорі щодо інтерпретації моделі класифікації українських промислових підприємств відповідно до масштабів їх фінансової кризи та ймовірності банкрутства.

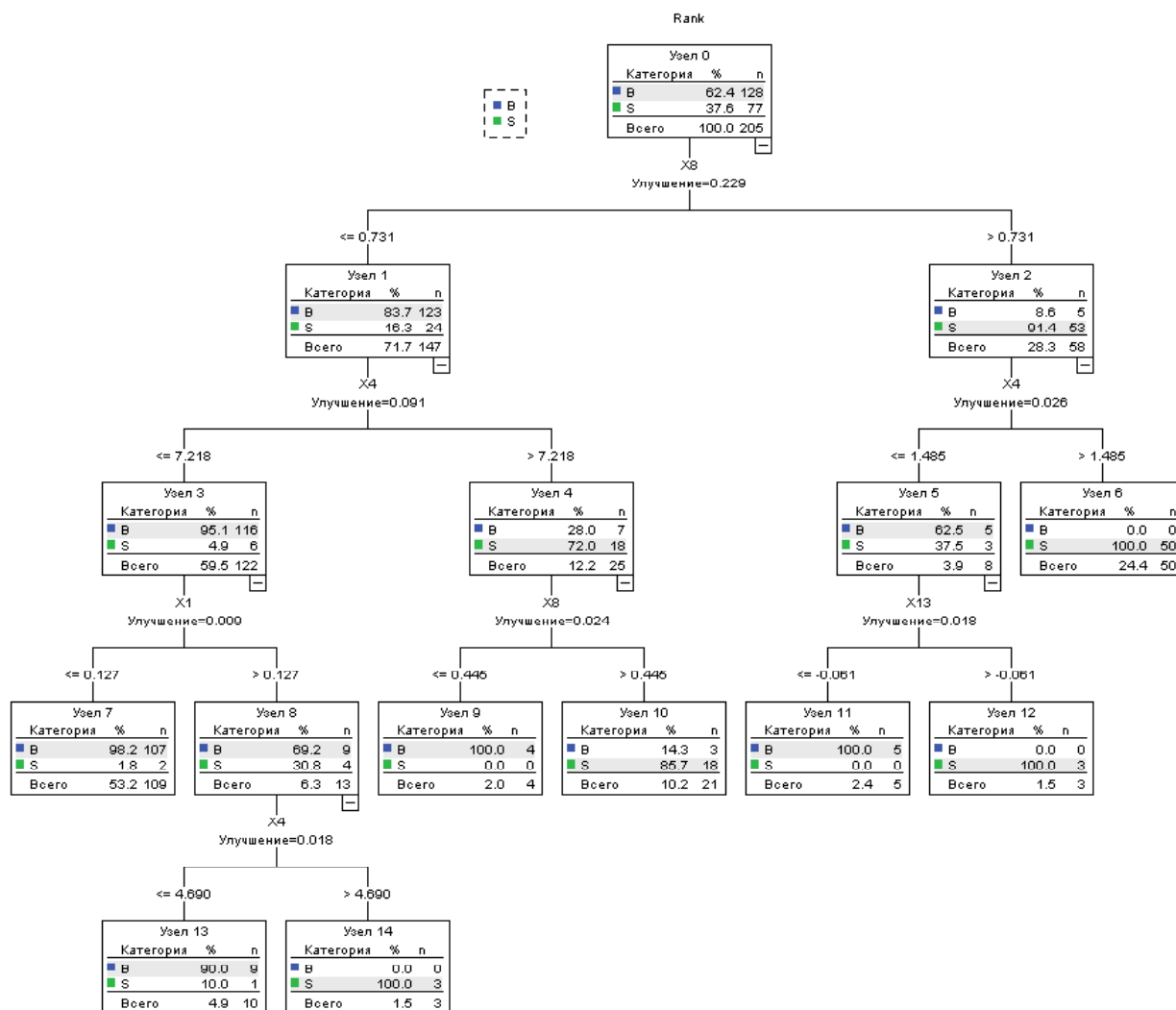


Рис. 1. Дерево рішень, отримане за алгоритмом CART для виробничих промислових підприємств

Підсумовуючи отримані результати, можна стверджувати, що кожна з розроблених моделей як дискримінантних функцій, так і дерев рішень характеризується досить високою ефективністю, кожна з них має свої переваги й недоліки. Так, побудовані дискримінантні функції мають доволі високу точність, проте низьку наочність, тобто вони дають лише чисельний результат. Моделі дерев рішень, навпаки, мають дещо нижчу точність класифікації, проте дозволяють досить прозоро інтерпретувати як отримані результати, так і модель у цілому. Тому для підвищення якості результатів авторами пропонується комплексне використання отриманих моделей таким способом:

1. Застосувати для класифікації дискримінантну функцію як найбільш точну та за розробленою шкалою визначити ймовірність банкрутства досліджуваного підприємства.
2. Якщо ймовірність банкрутства підприємства виявиться вищою за 25%, застосувати відповідну

модель дерев рішень і визначити змінні, за якими було класифіковано підприємство.

Отже, запропонована у дослідженні концепція комплексного використання розроблених моделей забезпечує не тільки досить високу точність і простоту інтерпретації результатів, але й дозволяє проводити причинно-наслідковий аналіз. Суть останнього полягає у тому, що за змінними, які використані при класифікації, можна визначити аспекти фінансового стану, що свідчать про ознаки фінансової кризи на підприємстві.

Побудований комплекс моделей також характеризується швидкістю розрахунків і простотою практичного впровадження як система експрес-діагностики фінансової кризи та банкрутства українських промислових підприємств банками, міністерствами й регулятивними органами, що працюють із достатньо великими вибірками підприємств.

Список використаних джерел

1. Виявлення ознак неплатоспроможності підприємства та можливого його банкрутства / [О. І. Черняк, О. В. Крехівський, В. О. Монаков, Д. В. Ящук] // Статистика України. – 2003. – № 4. – С. 87–94.

2. Девятченко Л. Д. Признаки классификации. Введение в дискриминантный анализ / Л. Д. Девятченко. – Магнитогорск : МГТУ имени Г. И. Носова, 2001. – 127 с.
3. Мандель И. Д. Кластерный анализ / И. Д. Мандель. – М. : Финансы и статистика, 1988. – 176 с.
4. Черняк О. І. Застосування дискримінантного аналізу для оцінки платоспроможності підприємств України / О. І. Черняк, Д. В. Ящук // Вісник КНУ імені Тараса Шевченка. Економіка. – 2006. – № 86–87. – С. 36–39.
5. Ящук Д. В. Застосування бінарних дерев рішень для побудови моделей прогнозування стану платоспроможності українських підприємств / Д. В. Ящук // Формування ринкової економіки в Україні : зб. наук. праць Львівського нац. ун-ту імені Івана Франка. – Львів, 2009. – Вип. 18. – С. 227–232.
6. Classification and Regression Trees / [Breiman L., Friedman J. H., Olshen R. A., Stone C. T.]. – Belmont : Wadsworth Publishing Company, 1984. – 524 p.
7. Michie D. Machine Learning, Neural and Statistical Classification / Michie D., Spiegelhalter D. J., Taylor C. C. – New York : Ellis Horwood, 1994. – 298 p.



Вітаємо з ювілеєм!

Нікітіну

Ірину Миколаївну,

директора департаменту макроекономічної статистики.

Бажаємо здоров'я, незмінних успіхів у професійній діяльності,
реалізації всіх планів і починань!

*Рада засновників та редколегія журналу
“Статистика України”*

