

Катерина С. Головач
**ЗАСТОСУВАННЯ ЛОГІСТИЧНО-РЕГРЕСІЙНИХ
МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗУВАННЯ КРИЗИ
НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВАХ**

У статті приділено увагу теоретичним та практичним засадам формування і застосування моделей прогнозування настання кризи та ймовірності банкрутства на підприємствах. Оцінено наявні logit-моделі, зокрема, моделі Олсона, на прикладі сільськогосподарських підприємств Житомирської області. Зроблено спробу застосувати адекватну логістично-регресійну модель на вибірці підприємств за визначеними факторами, які оцінено на мультиколінеарність.

Ключові слова: криза; logit-моделі; мультиколінеарність; банкрутство; сільськогосподарські підприємства.

Форм. 2. Табл. 3. Літ. 15.

Екатерина С. Головач
**ПРИМЕНЕНИЕ ЛОГИСТИКО-РЕГРЕССИОННОЙ
МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КРИЗИСОВ
НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

В статье уделено внимание теоретическим и практическим основам формирования и применения моделей прогнозирования наступления кризиса и вероятности банкротства на предприятиях. Оценены имеющиеся logit-модели, в частности, модели Олсона, на примере сельскохозяйственных предприятий Житомирской области. Сделана попытка применить адекватную логистико-регрессионную модель на выборке предприятий по определенным факторам, которые оценены на мультиколлинеарность.

Ключевые слова: кризис; logit-модели; мультиколлинеарность; банкротство; сельскохозяйственные предприятия.

Kateryna S. Holovach¹
**LOGISTIC REGRESSION MODELS FOR CRISIS
PREDICTION AT AGRICULTURAL ENTERPRISES**

The study focuses on theoretical and practical principles of building and applying the models for predicting crisis and the probability of bankruptcy at enterprises. Evaluation of the existing logit-models, namely Ohlson model, on the case study of agricultural enterprises of the Zhytomyr oblast is carried out. An attempt is made to apply an adequate logistic regression model on a sample of enterprises, all the factors used were assessed for multicollinearity.

Keywords: crisis; logit-models; multicollinearity; bankruptcy; agricultural enterprises.

Peer-reviewed, approved and placed: 22.04.2016.

Постановка проблеми. У вітчизняному економічному просторі підприємства все більше стикаються з проблемами на виробництві. Для галузі сільськогосподарства в умовах нестабільного господарювання виникнення криз стає циклічно невід'ємним явищем розвитку. Актуальним стає використання та формування різних систем та моделей попередження настання криз та ймовірності банкрутства. Криза розвитку не виникає раптово, вона має свої передумови та причини. Отже, назрілим є впровадження адекватної моделі зі значущими факторами для сільськогосподарських підприємств.

¹ Zhytomyr National Agroecological University, Ukraine.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематиці визначення кризового стану на підприємстві та оцінюванню ймовірності банкрутства присвячено дослідження вітчизняних та зарубіжних науковців, з-поміж яких викликають інтерес праці Е. Альтмана [7], У. Бівера [9], М. Голдера [10], О. Гудзь [1], Ж. Конана [10], І. Лі [13], Л. О. Лігоненко [3], Дж. Міна [13], М. Одома [14], Дж. Олсона [15], Ф. Фітцпатріка [12], Р. Шарда [14] та ін.

Невирішені раніше частини загальної проблеми. Однак, впровадженню та якісному використанню новітніх моделей для прогнозування настання кризи на підприємствах повинна приділятися увага з боку керівників підприємств, управлінців та дослідників.

Метою дослідження є оцінювання ймовірності використання у сучасних умовах логістично-регресійних (logit) моделей для вітчизняних сільськогосподарських підприємств Житомирської області.

Основні результати досліджень. На сучасному етапі розвитку економічної науки щодо моделей прогнозування та визначення кризового стану підприємств розвиваються декілька напрямів дослідження. Розробка однофакторної моделі Ф. Фітцпатріком [12] була першою спробою оцінки ймовірності банкрутства підприємств, ідею якого продовжив У. Бівер [9]. У зв'язку з актуальністю цього питання багатофакторний дискримінантний аналіз (MDM) з'являється в працях Е. Альтмана [7], використання логістичних моделей набуло широкого розповсюдження серед низки дослідників надалі.

Розробка логістично-регресійної моделі Дж. Олсоном [15] висвітлювала важливість факторів (структури капіталу, структури та ліквідності грошових потоків) для прогнозування ймовірності банкрутства. Logit-моделі засновані на прагненні більш досконалого апарату попередження виникнення кризи у суб'єктів господарювання та базуються на побудові кумулятивних функцій, при цьому не вимагають, щоб незалежні змінні дотримувались багатофакторного нормального розподілу, а також було виключено обмеженість до лінійних рівнянь (характерних для MDM моделей). Таку модель найчастіше відносять до моделей бінарного типу, причиною цьому є використання характеристик типу 0 та 1, що відповідно пояснюються як значення ймовірності виникнення банкрутства на підприємстві або його відсутність.

Ефективність використання у вітчизняному економічному просторі logit-моделі оцінки ймовірності банкрутства Дж. Олсона (табл. 1) виявила, що для сільськогосподарських підприємств Житомирської області похибка у розрахунках становила 75% (тобто одне з 4 підприємств-банкрутів, представлених у вибірці, були визначені правильно). Програма "PolyAnalyst", в якій проводились розрахунки, визначила стандартну похибку цієї моделі на рівні 17,23. Показник натурального логарифму відношення активів до індекса-дефлятора ВВП був замінений на показник індекса-дефлятора ВВП в цій моделі, оскільки Державна служба статистики України [2] розраховує лише таке статистичне значення.

На основі моделі Олсона [15] була зроблена спроба побудувати модель, адаптовану для сільськогосподарських підприємств, експериментальними об'єктами було обрано 35 суб'єктів господарювання Житомирської області. Розрахункові показники до вибірки підприємств робились на основі річної

фінансової звітності [4–6]. В процесі проведення розрахунків 4 з вибірки підприємств було виключено за недосконалістю даних. Такі сільськогосподарські підприємства увійшли до вибірки: ТОВ «Вертокийівка», ПП «Миролобівське», СПП «Лад», ПСП «Троянівське», ТОВ «Укрзернопром», СТОВ «Ліщинське», ТОВ «Шанс», ТОВ «Житомирнасінтрав», ТОВ «Агро-Пром-Сервіс», СВК «Світоч», СТОВ «Украгротехтрейд», ПСП «Глибочанське-ОСМВ», ФГ «Царіцино», ФГ «Лука-Агро», ТОВ «Укрлітнасіння», ТОВ «Терези-5», СТОВ «Злагода», П/ПО/СП «Світоч», П/ПО/СП «Колос», ПСП «Граніт», П/ПО/СП «Золота нива», ПП «Галекс Агро», СТОВ «Обері», ПП «Поляна», ЖФФГ «Аделаїда», СТОВ «Агросоюз», СТОВ «Росток», ПОСП «Перемога», СТОВ «Птахівник», ЗВК «Нов-Волинський», СТОВ «Городищанське». Оскільки для розробки logit-моделей основним у формуванні факторів є перевірка їх на мультиколінеарність, у "Microsoft Excel" здійснювались розрахунки на кореляційну залежність факторів та використовувався алгоритм Феррара-Глобера [11], а також здійснювалась перевірка на t-критерій Стьюдента. Фактори, що використовувались в моделі, було обрано з 50 фінансово-економічних та статистичних показників.

Таблиця 1. Результати оцінювання ймовірності банкрутства за моделлю Олсона в програмі "PolyAnalyst", авторська розробка

	Банкрут	Не банкрут	Похибка твердження, %
Банкрут	1	3	75
Не банкрут	-	27	10
Всього	4	31	9,68

Таблиця 2. Кореляційна залежність факторів, які за алгоритмом Феррара-Глобера не мають мультиколінеарності, авторська розробка

	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈
x ₁	1	0,078	-0,012	0,142	-0,066	-0,137	0,168	0,143
x ₂	0,078	1	-0,111	-0,110	-0,125	-0,414	0,051	0,035
x ₃	-0,012	-0,111	1	0,005	0,253	0,028	-0,119	-0,054
x ₄	0,142	-0,110	0,005	1	-0,085	0,030	0,427	0,270
x ₅	-0,066	-0,125	0,253	-0,085	1	-0,228	0,081	-0,198
x ₆	-0,137	-0,414	0,028	0,030	-0,228	1	-0,482	0,144
x ₇	0,168	0,051	-0,119	0,427	0,081	-0,482	1	-0,028
x ₈	0,143	0,035	-0,054	0,270	-0,198	0,144	-0,028	1

За алгоритмом Феррара-Глобера коефіцієнт детермінації для обраних факторів становив 0,293. Для оцінки мультиколінеарності значення нормативного χ^2 з розрахунковим порівнюються, при перевищенні розрахункового – робиться висновок про наявність залежності. У вибірці досліджуваних факторів немає мультиколінеарності, про що свідчить відношення χ^2 розрахункового та χ^2 нормативного ($32,4 < 41,3$).

Отже, в розроблену модель були включені такі фактори (які пройшли оцінку на мультиколінеарність) та один бінарний показник:

x₁ – відношення чистого прибутку (збитку) до власного капіталу;

x_2 – коефіцієнт покриття (оборотні активи/поточні зобов'язання);
 x_3 – відношення виручки від реалізації до активів балансу;
 x_4 – рентабельність господарської діяльності;
 x_5 – фондвіддача (відношення чистої виручки від реалізації продукції (робіт, послуг) до середньорічної вартості основних засобів);
 x_6 – коефіцієнт маневреності власного капіталу (відношення власних оборотних коштів до власного капіталу);
 x_7 – показник з моделі Олсона, який характеризує відношення різниці між чистим прибутком у останньому періоді та чистим прибутком у попередньому періоді до суми чистого прибутку в останньому періоді по модулю і чистого прибутку в попередньому періоді взятим по модулю;
 x_8 – бінарний показник, який дорівнює 1 у випадку, якщо чистий прибуток був від'ємним за останні два періоди.

Програма "PolyAnalyst" автоматично здійснює логістично-регресійний аналіз за умови навчання її необхідним параметрам та визначенні потрібних факторів для розрахунку. Показник Y у цій моделі буде розраховуватись за формулою:

$$Y = -6,86 + 1,65x_1 + 0,05x_2 + 0,68x_3 - 0,07x_4 + 0,14x_5 + 1,71x_6 + 0,04x_7 - 0,11x_8. \quad (1)$$

Logit-модель Олсона та модель, яка є спробою її вдосконалення для використання на сільськогосподарських підприємствах вибірки, розраховується за формулою:

$$P = \frac{1}{1 + e^{-Y}}, \quad (2)$$

де показник P є бінарним, він оцінює ймовірність банкрутства; e – це основа натурального логарифму; Y – розрахована за формулою 1 величина.

До кожного з показників програма "PolyAnalyst" також розраховує стандартні похибки, значущість, експоненту коефіцієнта. Отже, можна назвати показник з найбільшою значущістю для моделі – це x_7 коефіцієнт з моделі Олсона, та з найменшою значущістю – коефіцієнт покриття. За результатами моделі з відібраними нами факторами (табл. 3) можна стверджувати про більш позитивні результати оцінювання ймовірності банкрутства.

Таблиця 3. Результати оцінювання ймовірності банкрутства за вдосконаленою моделлю Олсона в програмі "PolyAnalyst", авторська розробка

	Банкрут	Не банкрут	Похибка твердження, %
Банкрут	3	1	25
Не банкрут	-	27	3,57
Всього	4	31	3,23

Отже, визначено, що ймовірність класифікації складала 96,77% з похибкою у 3,23%, а ефективність коливається у межах 75–77%. Модель з отриманими показниками визначає з більшою точністю ймовірність настання кризи на підприємствах даної статистичної сукупності.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Виходячи з вищевикладеного матеріалу використання logit-моделей є ефективним компонентом у сучасному визначенні та прогнозуванні ймовірності настання кризи. Подальші перспективи досліджень за даною тематикою повинні розглядати комплексні оцінки logit- та probit-моделей, а також можливості використання нейронних (SVM – support vector machine) та інших мереж.

1. *Гудзь О.Є.* Діагностика та управління платоспроможністю в сільськогосподарських підприємствах // Сталий розвиток економіки.– 2011.– №7. – С. 171–175.
Gudz O.Ie. Diahnostyka ta upravlinnia platospromozhnistiu v silskohospodarskykh pidpriemstvakh // Stalyi rozvytok ekonomiky.– 2011.– №7. – S. 171–175.
2. Зміна дефлятора валового внутрішнього продукту за 2013–2015 рр. // Державна служба статистики України // www.ukrstat.gov.ua.
Zmina defliatora valovoho vnutrishnoho produktu za 2013–2015 rr. // Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy // www.ukrstat.gov.ua.
3. *Лігоненко Л.О.* Антикризове управління підприємством: Теоретико-методологічні засади та практичний інструментарій: Монографія. – К.: КНТЕУ, 2001. – 580 с.
Lihonenko L.O. Antykrizove upravlinnia pidpriemstvom: Teoretyko-metodolohichni zasady ta praktychnyi instrumentarii: Monohrafiia. – К.: КНТЕУ, 2001. – 580 с.
4. Фінансова звітність сільськогосподарських підприємств Житомирської області за 2012 рік / Гол. упр. агропром. розвитку держ. адміністрації Житомир. обл. – Житомир, 2012. – 188 с.
Finansova zvitnist silskohospodarskykh pidpriemstv Zhytomyrskoi oblasti za 2012 rik / Hol. upr. ahroprom. rozvytku derzh. administratsii Zhytomyr. obl. – Zhytomyr, 2012. – 188 s.
5. Фінансова звітність сільськогосподарських підприємств Житомирської області за 2013 рік / Гол. упр. агропром. розвитку держ. адміністрації Житомир. обл. – Житомир, 2013. – 196 с.
Finansova zvitnist silskohospodarskykh pidpriemstv Zhytomyrskoi oblasti za 2013 rik / Hol. upr. ahroprom. rozvytku derzh. administratsii Zhytomyr. obl. – Zhytomyr, 2013. – 196 s.
6. Фінансова звітність сільськогосподарських підприємств Житомирської області за 2014 рік / Гол. упр. агропром. розвитку держ. адміністрації Житомир. обл. – Житомир, 2014. – 184 с.
Finansova zvitnist silskohospodarskykh pidpriemstv Zhytomyrskoi oblasti za 2014 rik / Hol. upr. ahroprom. rozvytku derzh. administratsii Zhytomyr. obl. – Zhytomyr, 2014. – 184 s.
7. *Altman, E.* (1967). Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy. *Journal of Finance*, 9: 589–609.
8. *Arutyunjan, A.* (2002). Prediction of The Hungarian Agricultural Enterprises' Solvency. *Bulletin USAMV-CN (Cluj-Napoca, Romania)*, 57: 340–348.
9. *Beaver, W.* (1966). Financial Ratios as Predictors of Failure. *Supplement to Journal of Accounting Research*, 4: 71–111.
10. *Conan, J., Holder, M.* (1979). Variables explicatives de performance et controle de gestion dans les P.M.I. These d'Etat, CERG, Universite Paris Dauphine.
11. *Farrar, D.E., Glauber, R.R.* (1967). Multicollinearity in Regression Analysis: The Problem Revisited. *The Review of Economics and Statistics*, 49(1): 92–107.
12. *Fitzpatrick, F.* (1932). A Comparison of Ratios of Successful Industrial Enterprises with Those of Failed Firm. *Certified Public Accountant*, 6: 727–731.
13. *Min, J.H., Lee, Y.C.* (2005). Bankruptcy Prediction Using Support Vector Machine with Optimal Choice of Kernel Function Parameters. *Expert Systems with Applications*, 28: 603–614.
14. *Odom, M., Sharda, R.* (1990). A Neural Network for Bankruptcy Prediction. *International Joint Conference on Neural Networks*, 2: 163–168.
15. *Ohlson, J.* (1980). Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy. *Journal of Accounting Research*, 18: 109–131.