

Марина В. Ковбатюк, Вікторія В. Шкляр
**ПРОГНОЗ ЦИКЛІЧНОСТІ РОЗВИТКУ
ГАЛУЗІ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ**

У статті проведено дослідження щодо застосування моделей прогнозування діяльності в умовах циклічного розвитку. Розроблено та обґрунтовано ефективність застосування моделі на основі гармонійного аналізу Фур'є з метою прогнозування фаз життєвого циклу і тенденцій розвитку галузі водного транспорту та її підприємств.

Ключові слова: циклічність; криза; прогноз; водний транспорт; аналіз Фур'є.

Форм. 25. Табл. 1. Рис. 3. Літ. 13.

Марина В. Ковбатюк, Вікторія В. Шкляр
**ПРОГНОЗ ЦИКЛИЧНОСТИ РАЗВИТИЯ
ОТРАСЛИ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА**

В статье проведено исследование применения моделей прогнозирования деятельности в условиях циклического развития. Разработана и обоснована эффективность применения модели на основе гармонического анализа Фурье с целью прогнозирования фаз жизненного цикла и тенденций развития отрасли водного транспорта и ее предприятий.

Ключевые слова: цикличность; кризис; прогноз; водный транспорт; анализ Фурье.

Maryna V. Kovbatiuk¹, Viktoriya V. Shklyar²
**FORECAST OF CYCLIC DEVELOPMENT
OF WATER TRANSPORT SECTOR**

The article studies the implementation of the models of activities forecast under the conditions of cyclic development. The efficiency of applying the model based on the Fourier analysis is grounded for forecasting the phases in a life cycle and the development trends of the water transport sector and its particular enterprises.

Keywords: cyclicity; crisis; forecast; water transport; Fourier analysis.

Постановка проблеми. Функціонування транспортної галузі, як і будь-якої соціально-економічної системи, не є рівномірним та безперервним. Зростання чергується з процесами занепаду та зниженням активності перевезень. Такі періодичні коливання свідчать про циклічний характер розвитку галузі. Але на сьогодні недостатньо констатувати факт наявності циклічності. Більш доцільно вміти прогнозувати фази циклу та передбачати майбутні тенденції розвитку.

Визначення прогнозних тенденцій розвитку будь-якої соціально-економічної системи дозволить вчасно й обґрунтовано формувати заходи її розвитку у коротко-, середньо- чи довгостроковому періодах. Можливість врахування знань про майбутні тенденції розвитку подій є ключовим у прийнятті раціональних рішень щодо управління конкретним підприємством, а застосування доцільних антикризових заходів відповідно до конкретної фази циклу дає можливість відстрочення падіння виробничо-фінансових показників діяльності чи прискорення виходу з депресивного стану.

¹ Kyiv State Maritime Academy of Hetman Petro Konashevych-Sahaydachnyi, Ukraine.

² Kyiv State Maritime Academy of Hetman Petro Konashevych-Sahaydachnyi, Ukraine.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням сутності та проблем циклічного розвитку соціально-економічних систем у сучасній економічній літературі приділяється значна увага та розглядається багатьма науковцями, серед них Л.Ю. Возна [2], О.І. Гудзь [4], В.С. Домбровський [5], О.І. Матюшенко [10], О.Л. Пластун [5], І.Г. Сокиринська [11], І.В. Тюха [13] та ін. Кожен з цих авторів підтримує думку про необхідність врахування фаз циклу при плануванні діяльності, хоча й виділяє окремі їх види. Серед вітчизняних дослідників тематики прогнозування з врахуванням циклічного розвитку виділяються такі: В.В. Біліченко [1], О.С. Гугля [3], Н.В. Іванов [6], А.П. Ковальов [7], О.О. Кравченко [8], Ю.О. Терлецька [12] тощо. Також безліч розробок з даної проблематики виконані іноземними вченими, але, як засвідчує досвід, вони не є актуальними в умовах розвитку українських підприємств.

Слід зазначити, що попри значну кількість публікацій, питання прогнозування діяльності з врахуванням циклічності розвитку на водному транспорті майже не розглядається.

Мета дослідження полягає в розробці прогнозу виробничих показників галузі водного транспорту за допомогою методу на основі гармонійного аналізу Фур'є.

Основні результати дослідження. Діагностика тенденцій розвитку транспортної галузі вказує на продовження перебування стану діяльності транспортних підприємств у депресивній фазі циклу, яка загострилася під впливом світової економічної кризи. Криза для підприємства є не лише причиною порушення рівноваги його діяльності, але й одним з неминучих і закономірних етапів у його циклічному розвитку. Існують типові риси, властиві будь-якій кризі: неминучість і циклічність протікання; специфічність та індивідуальність прояву; багатофакторність причин настання; можливість прогнозування. З огляду на це, для ефективної боротьби з проявами кризи та запобіганню їй необхідно прогнозувати ймовірність настання певних фаз економічного циклу та вчасно визначати антикризові заходи з пом'якшення негативних та посилення позитивних тенденцій розвитку галузі.

Оцінка перспектив галузі та підприємств транспорту передбачає розробку прогнозів їх розвитку через реалізацію таких функцій, як передбачення та діагностика. Взаємозв'язок обох функцій дозволяє виявляти нагальні чи очікувані кризові явища та визначати варіанти їх подолання чи попередження. Кінцевою метою розробки прогнозу є наявність обґрунтованої та основаної на тенденціях минулого динаміки кількісних і якісних показників діяльності підприємства і галузі в цілому.

Реалізація цих функцій вимагає визначення актуальних аспектів процесу прогнозування, а саме: мети і завдань прогнозування, об'єкту прогнозування та його характеристик, часового горизонту та методу прогнозування.

Аналіз наукової літератури не дав однозначних результатів про надання переваг конкретній моделі чи методу прогнозування тенденцій розвитку транспортної галузі чи її підприємств. Тому авторами було вирішено провести прогноз з метою визначення реальних і адекватних майбутніх тенденцій розвитку. Для прогнозу циклічного розвитку та майбутніх тенденцій ділової активності галузі водного транспорту та її підприємств використано модель,

розрахунки прогнозованих значень якої базуються на застосуванні аналізу Фур'є (гармонійний аналіз). В основі даного аналізу лежать ряди Фур'є, за допомогою яких довільна складна функція представляється сумою простіших, при чому кількість таких функцій може бути нескінченною. Кінцева точність представлення даної функції стає вищою за умови врахування при розрахунку більшої кількості таких функцій.

Обрання даної моделі обґрунтовується тим, що ряду соціально-економічних процесів властиві внутрішні сезонні підйоми і спади. Сезонні коливання – найбільш яскравий приклад наявності циклічності в економічній динаміці. Одним із способів діагностики сезонних коливань є представлення їх у вигляді ряду періодичних функцій, так званий спектральний підхід. В основі спектрального підходу лежить ідея Фур'є про те, що образ вихідної реалізації можна поділити на дві складові: дискретну та неперервну. Якщо виконати зворотнє перетворення Фур'є для неперервної складової, ми отримаємо тренд, а дискретна складова (ряд Фур'є) дає нам сезонну хвилю [9]. Отже, дана модель дозволяє прогнозувати та вчасно визначати стадії економічного циклу, визначити тенденції майбутнього розвитку, що дає можливість підготовки та ефективної боротьби з проявами кризи чи її ліквідації.

У розрахунках та при побудові прогнозу діяльності галузі та підприємств водного транспорту, з метою підвищення ефективності, точності та якості прогнозування доцільно використовувати індивідуальні підходи, які обираються виходячи з наявних даних. З метою точності прогнозу прогнозованими даними були взяті натуральні показники (а саме обсяги перевезень вантажів) за максимальний період, адже найбільшому впливу зовнішніх та внутрішніх чинників підлягають саме вони.

Прогноз здійснюється шляхом реалізації двох основних етапів:

- 1) визначення загальної тенденції, побудова лінії та рівняння тренду;
- 2) побудова моделі за допомогою аналізу Фур'є (гармонійного аналізу).

Оскільки досліджувані дані мають виражену тенденцію періодичності – періоди зростання змінюються спаданням значень показника і навпаки, то першим етапом дослідження є побудова рівняння тренду, яке описує загальну (усереднену) тенденцію.

Позначимо t – номер періоду часу (року), $t = 1, 2, \dots, n$; x_t – значення досліджуваного показника.

В якості рівнянь тренду в залежності від вихідних даних було розглянуто:

- 1) лінійний тренд:

$$x_t = b_0 + b_1 t; \quad (1)$$

- 2) логарифмічний тренд:

$$x_t = b_0 + b_1 \ln t; \quad (2)$$

- 3) поліноміальний тренд (6-го ступеню):

$$x_t = b_0 + b_1 t + b_2 t^2 + b_3 t^3 + b_4 t^4 + b_5 t^5 + b_6 t^6. \quad (3)$$

Невідомі параметри рівняння тренду в кожному з випадків оцінювались за допомогою методу найменших квадратів, який полягає в мінімізації суми квадратів відхилень:

$$S^2 = \sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x}_i)^2, \tag{4}$$

де x_i – емпіричні значення; \hat{x}_i – теоретичні значення.

Для лінійного рівняння маємо:

$$S^2 = \sum_{i=1}^n (x_i - b_0 - b_1 t_i)^2; \tag{5}$$

$$\begin{cases} \frac{\partial S^2}{\partial b_0} = 2 \sum_{i=1}^n (x_i - b_0 - b_1 t_i)(-1) = 0, \\ \frac{\partial S^2}{\partial b_1} = 2 \sum_{i=1}^n (x_i - b_0 - b_1 t_i)(-t_i) = 0. \end{cases} \tag{6}$$

Звідки отримуємо нормальну систему рівнянь:

$$\begin{cases} nb_0 - b_1 \sum_{i=1}^n t_i = \sum_{i=1}^n x_i, \\ b_1 \sum_{i=1}^n t_i - b_1 \sum_{i=1}^n t_i^2 = \sum_{i=1}^n t_i x_i, \end{cases} \tag{7}$$

розв'язками якої є значення параметрів:

$$b_0 = \bar{x}_t - b_1 \bar{t}; \tag{8}$$

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})(x_i - \bar{x}_t)}{n\sigma_t^2}. \tag{9}$$

Для визначення параметрів поліноміального рівняння використаємо матричну форму методу найменших квадратів:

$$B = (X^T \times X)^{-1} \times (X^T \times Y), \tag{10}$$

де B – матриця параметрів;

$$X = \begin{pmatrix} 1 & t_1 & t_1^2 & \dots & t_1^6 \\ 1 & t_2 & t_2^2 & \dots & t_2^6 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & t_n & t_n^2 & \dots & t_n^6 \end{pmatrix}, \tag{11}$$

X^T – транспонована до X матриця; $(X^T \times X)^{-1}$ – обернена матриця до добутку $X^T \times X$;

$Y = \begin{pmatrix} x_{t_1} \\ x_{t_2} \\ \dots \\ x_{t_n} \end{pmatrix}$ – матриця значень результуючого показника.

Наступний етап побудови моделі за допомогою гармонійного аналізу Фур'є виконувався шляхом побудови моделей першого, другого та третього порядків.

В якості моделі першого порядку розглядаємо модель виду:

$$\hat{Y}_t = \hat{X}_t + A(c_1 \sin(kt) + a_1 \cos(kt)), \tag{12}$$

де \hat{X}_t – значення, визначені рівнянням тренду; A – амплітуда коливань; k – параметр, що визначає період коливань; c_1 і a_1 – коефіцієнти розкладу Фур'є для дискретного випадку:

$$c_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_{t_i} \times \sin(kt_i)}{n}; a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_{t_i} \times \cos(kt_i)}{n}. \quad (13)$$

Параметр k визначаємо співвідношенням

$$k = \frac{h}{2\delta}, \quad (14)$$

де h – різниця між двома сусідніми точками максимуму (мінімуму) величини x_t .

Амплітуду A_1 визначимо також за допомогою методу найменших квадратів. Розглянемо величину S^2 як функцію від A :

$$S^2 = \sum_{i=1}^n (x_{t_i} - \hat{x}_{t_i} - A(c_1 \sin kt_i + a_1 \cos kt_i))^2; \quad (15)$$

$$\frac{dS^2}{dA} = 2 \sum_{i=1}^n (x_{t_i} - \hat{x}_{t_i} - A(c_1 \sin kt_i + a_1 \cos kt_i)) \times (-c_1 \sin kt_i - a_1 \cos kt_i) = 0. \quad (16)$$

Звідси

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{t_i} - \hat{x}_{t_i})}{\sum_{i=1}^n (c_1 \sin kt_i + a_1 \cos kt_i)}. \quad (17)$$

Якщо коливання носять нерегулярний характер, то доцільно розглянути доданки розкладу Фур'є 2-го, 3-го та вищих порядків. У цьому випадку модель другого порядку має вигляд:

$$\hat{\hat{y}}_t = \hat{y}_t + c_2 \sin(2kt) + a_2 \cos(2kt); \quad (18)$$

де

$$c_2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_{t_i} \times \sin(2kt_i)}{n}; \quad (19)$$

$$a_2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_{t_i} \times \cos(2kt_i)}{n}. \quad (20)$$

Аналогічно, модель третього порядку має вигляд:

$$\hat{\hat{\hat{y}}}_t = \hat{\hat{y}}_t + c_3 \sin(3kt) + a_3 \cos(3kt); \quad (21)$$

де

$$c_3 = \frac{\sum_{i=1}^n x_{t_i} \times \sin(3kt_i)}{n}; \quad (22)$$

$$a_3 = \frac{\sum_{i=1}^n x_{t_i} \times \cos(3kt_i)}{n}. \quad (23)$$

У процесі проведення прогностичних розрахунків для галузі водного транспорту (рис. 1) логарифмічний тренд вказує на загальну тенденцію розвитку

водного транспорту, яка характеризується повільним та стабільним збільшенням.

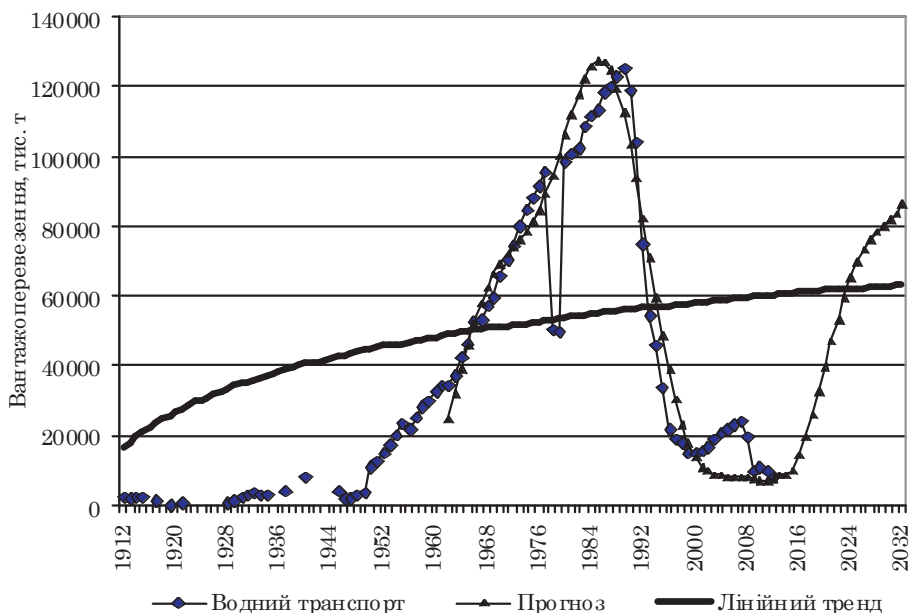


Рис. 1. Прогноз обсягу вантажоперевезень водним транспортом до 2032 р., авторська розробка

Прогноз обсягів вантажоперевезень до 2032 р. було здійснено за допомогою моделі третього порядку у зв'язку з нерегулярним характером коливань. Виходячи з прогнозу перевезень, депресивний стан галузі водного транспорту буде тривати до 2019 р., а потім повільними темпами перейде у фазу підйому.

Прогноз обсягів вантажоперевезень морським транспортом (рис. 2) було здійснено на основі даних з 1940 р. по 2012 рік. Лінійний тренд вказує на повільне зниження тенденцій розвитку протягом прогнозованого періоду. Обсяги вантажоперевезень почнуть підвищуватися лише в 2016–2017 рр., про що свідчать розрахунки, проведені за допомогою моделі другого порядку. Як бачимо, найближчі 4–5 років перевезення морським транспортом позитивних змін не зазнають.

Вихідні дані річкового транспорту (1912–2012 рр.) було згладжено поліноміальним трендом шостого ступеня, невідомі параметри рівняння тренду визначалися за допомогою методу найменших квадратів:

$$y = 2E - 0,5x^6 - 0,005x^5 + 0,5189x^4 - 24,183x^3 + 518,71x^2 - 4397x + 10153.$$

Прогнозні обсяги вантажоперевезень (рис. 3) знаходяться в гіршому становищі, ніж морські. З розрахунків моделі третього порядку робимо висновок про продовження кризового стану до 2021–2022 років. Хоча загальна тенденція, описана логарифмічним трендом, вказує на поживлення розвитку річкового транспорту.

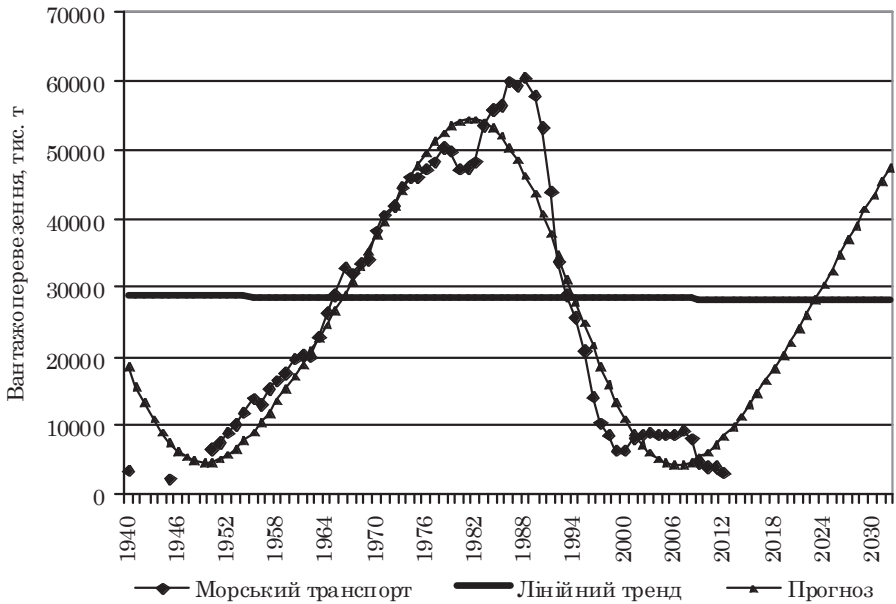


Рис. 2. Прогноз обсягу вантажоперевезень морським транспортом до 2032 р., авторська розробка

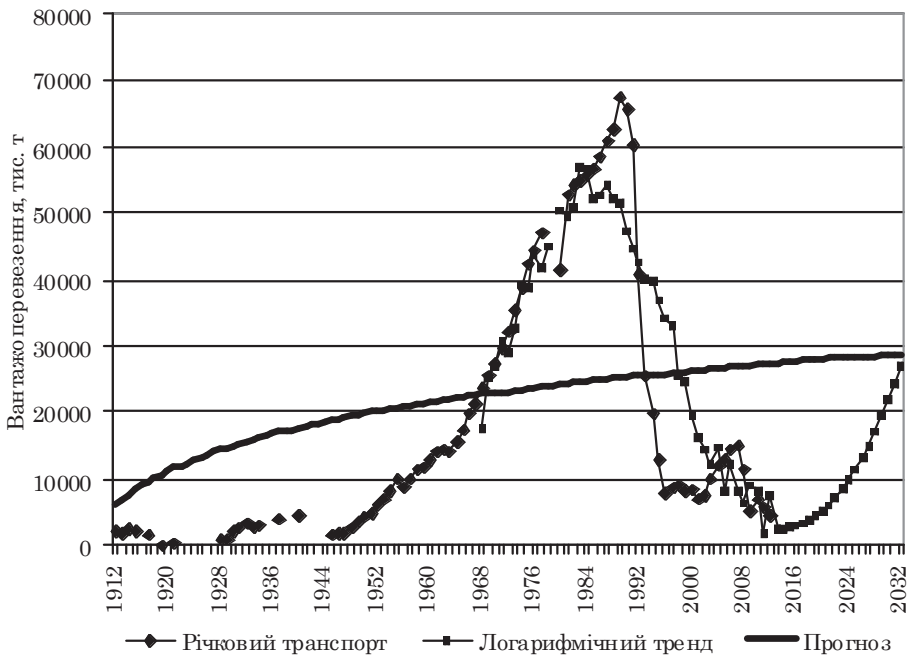


Рис. 3. Прогноз обсягу вантажоперевезень річковим транспортом до 2032 р., авторська розробка

Як бачимо, загальні тенденції подальшого розвитку водного транспорту в найближчий час не покращаться. Затяжний кризовий (депресивний) стан триватиме в середньому 8 років. Кращі показники має морський транспорт, який в 2017 р. повинен перейти у фазу піднесення. Річковий транспорт затримається в депресивній фазі до 2021 року. Розрахунки прогнозованих значень підтвердили необхідність негайного впровадження антикризових заходів, які кардинально змінять сучасні тенденції та сприятимуть швидкому відновленню значимої ролі водного транспорту в країні.

Завершивши розрахунки та аналіз результатів прогнозованих значень, необхідно оцінити адекватність побудованих моделей за допомогою величини дисперсії похибки:

$$\sigma_e^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (x_{t_i} - \hat{x}_{t_i})^2}{n} \quad (24)$$

та коефіцієнта детермінації:

$$R^2 = 1 - \frac{\sigma_e^2}{\sigma_{x_t}^2}. \quad (25)$$

Оскільки досліджувані вибірки утворені з генеральної сукупності, розподіл якої явно відрізняється від нормального, то використовувати в даному випадку параметричні критерії (Ст'юдента, Фімера) недоцільно.

Для побудованих нами моделей значення коефіцієнта детермінації близьке до 1, що говорить про їх адекватність (табл. 1).

Таблиця 1. Оцінка адекватності побудованих моделей, авторські розрахунки

Об'єкт	Коефіцієнт детермінації
Водний транспорт	0,82305
Морський транспорт	0,9106
Річковий транспорт	0,7355

Висновки. Проведений прогноз галузі водного транспорту підтверджує циклічність його розвитку, що обумовлює необхідність проведення заходів антикризового менеджменту з метою недопущення та вчасного діагностування (виявлення) кризових явищ і ситуацій, які породжуються економічною нестабільністю. Застосування заходів антикризового менеджменту та прогнозування діяльності дозволить галузі та її підприємствам бути готовими до несприятливого впливу зовнішнього і внутрішнього середовищ та вчасно попереджувати його, не допускати різкого зниження попиту на послуги, бути готовими до нестабільності на фінансовому ринку чи погіршення макроекономічної ситуації в цілому.

Модель прогнозування на основі аналізу Фур'є точно описує особливості і перспективи як галузі, так і окремих підприємств, вона є логічною і зручною в обчисленнях та використанні. Тому її застосування дозволить підприємствам раціонально розпоряджатися наявними ресурсами з урахуванням майбутніх тенденцій розвитку. **Перспективи подальших досліджень** полягають у застосуванні даної моделі при розробці механізму антикризового менеджменту підприємств водного транспорту.

1. Біліченко В.В. Прогнозування організаційно-технічного розвитку підприємств автомобільного транспорту // Вісник Вінницького політехнічного інституту.— 2010.— №1. — С. 82–87.
2. Возна Л.Ю. Особливості циклічності в розвитку економіки України на сучасному етапі: Автореф. дис... канд. екон. наук: 08.01.01 / НАН України. Ін-т економіки. — К., 2001. — 20 с.
3. Гуля О.С. Моделювання процесів управління підприємством в умовах циклічних змін ринкового середовища: Автореф. дис... канд. екон. наук: 08.00.11 / Донец. нац. ун-т. — Донецьк, 2007. — 20 с.
4. Гудзь О.І. Аналізування сучасних підходів до сутності і структури життєвого циклу підприємства // Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку: Вісник Національного університету «Львівська політехніка». — №714. — Львів, 2011. — С. 52–57.
5. Домбровський В.С., Пластиун О.Л. Врахування фази життєвого циклу підприємства як фактор попередження його банкрутства // Актуальні проблеми економіки.— 2009.— №9. — С. 113–120.
6. Іванова Н.В. Особливості прогнозування розвитку транспортних систем за умов зростання їх сукупного потенціалу // Вісник ЧДТУ.— Серія. Економічні науки.— 2009.— №35. — С. 41–56.
7. Ковальов А.П. Діагностика банкрутства. — М.: Фінстатінформ, 1995. — 398 с.
8. Кравченко О.О. Сучасні тенденції удосконалення фінансового планування та прогнозування на залізничному транспорті // Збірник наукових праць ДЕГУТ.— Серія: Економіка управління.— 2011.— Вип. 18. — С. 58–65.
9. Лега Ю.Г., Дербенцев Д.О., Щерба А.І. Застосування фрактального аналізу для виділення сезонних коливань динамічного ряду // ps.nusta.com.ua.
10. Матюшенко О.І. Життєвий цикл підприємства: сутність, моделі, оцінка // Проблеми економіки.— 2010.— №4. — С. 82–91.
11. Сокиринська І.Г. Вплив стадії життєвого циклу на стан динамічної рівноваги підприємства // Економіка і управління.— 2011.— №4. — С. 68–74.
12. Терлецька Ю.О. Формування та впровадження ефективної системи антикризового менеджменту на підприємствах: Дис... канд. екон. наук: 08.00.04 / Чернів. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича. — Чернівці, 2008. — 256 с.
13. Тюха І.В. Системно-циклічний підхід до управління розвитком конкурентоспроможності підприємства // Наук. праці Нац. ун-ту харч. технологій.— 2010.— №36. — С. 103–109.

Стаття надійшла до редакції 20.02.2014.