

УДК 658. 5+519

**Сорокіна Л. В.,***кандидат економічних наук, доцент кафедри економіки підприємства міжнародного університету фінансів*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ІНСТРУМЕНТАРІЮ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ МЕНЕДЖМЕНТУ БУДІВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

*У статті запропоновано підхід до діагностики ефективності системи менеджменту будівельних підприємств із застосуванням засобів теорії нечітких множин. Розглянуто проблему нейтралізації суб'єктивного чинника при побудові функцій належності за рахунок використання результатів нечіткого кластерного аналізу (FCM).*

**Ключові слова:** *нечітка кластеризація, функція належності, центр кластеру, адміністративні витрати, оборотність оборотних активів, економічна діагностика.*

*В статье предложен способ применения теории нечетких множеств для диагностики системы управления строительным предприятием. Рассматривается возможность нейтрализации субъективного фактора в процессе построения функций принадлежности, благодаря использованию результатов нечеткого кластерного анализа (FCM).*

**Ключевые слова:** *нечеткая кластеризация, функция принадлежности, центр кластера, административные расходы, оборачиваемость оборотных активов, экономическая диагностика.*

*In the article is proposed the method of application of theory of fuzzy-sets for diagnostics of the system of management of the construction enterprise. Also was examined the possibility of neutralizing the subjective factor in the process of constructing the Membership functions, because of the use of results of the Fuzzy c-means clustering (FCM).*

**Key words:** *Fuzzy c-means clustering (FCM), the Membership function, final cluster center, the administrative costs, the turnover of circulating capital, the economic diagnostics.*

**Постановка проблеми.** Діагностика результативності системи менеджменту передбачає оцінку економічних показників роботи підприємства на основі вивчення окремих результатів, тобто неповної інформації з метою вивчення можливих перспектив його розвитку і наслідків ухвалення поточних господарських рішень. Однак оцінка господарського стану

підприємства, встановлена із застосуванням традиційного економіко-математичного методологічного інструментарію, може призвести до хибних висновків та фатальних помилок. Застосування прийомів інтелектуального аналізу даних, зокрема fuzzy-процедур також не завжди підвищує точність контролю та своєчасність прийняття термінових рішень, оскільки під побудови алгоритму нечіткого висновку чимало складових визначається з суб'єктивних міркувань того чи іншого дослідника. Передусім це стосується вибору функцій належності термів вхідника та вихідних змінних та визначення кількісних значень їх параметрів, тому у дослідженні пропонується ширше використовувати теорію нечітких множин, зокрема враховувати результати нечіткої кластеризації, виконаної на підставі масиву даних кращих підприємств галузі.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Останнім часом чимала увага приділяється питанням оцінювання вартості капіталу підприємства та його складових [6, 7, 8], таких як необоротні активи, запаси, заборгованість, фінансові інструменти, а також ризикованості структури капіталу. Досліджуючи проблему ефективного управління капіталом і виробничими ресурсами, деякі науковці, серед них і автор цієї публікації, пропонують використовувати не лише нейронні мережі, а й fuzzy-алгоритми [5, 9 – 12]. У праці [4] науково обґрунтовано доцільність побудови функцій належності за результатами статистичного аналізу методом головних компонент.

Досі залишається невирішеною частина проблеми щодо виокремлення з чималого масиву економічної інформації найсуттєвіших чинників, які впливають на показники руху грошових коштів будівельного підприємства. Застосування з цією метою засобів нечіткої логіки ускладнене значним суб'єктивізмом під час розробки fuzzy-алгоритмів, що може призвести до викривлених результатів та прийняття до реалізації хибних стратегій. Проте шляхи поєднання загальноновизнаних засобів економетрії, математичної статистики та теорії нечітких множин для розв'язання практичних задач управління бізнес-системами вивчено ще недостатньо глибоко.

**Мета і завдання дослідження.** Метою написання статті є наукове обґрунтування можливості використання для економічної діагностики системи менеджменту будівельних підприємств алгоритмів теорії нечітких множин, зокрема нечіткої класифікації, у поєднанні із загальноновизнаними засобами описової статистики.

**Виклад основного матеріалу.** Практичні задачі моніторингу і контролю змін вартості підприємства вимагають визначення не лише абсолютної величини чистого грошового потоку від операційної діяльності, але й деяких фінансових співвідношень. Крім того, в умовах нестабільного внутрішнього й зовнішнього середовища підприємства чимало ускладнень виникає при визначенні порогових, критеріальних значень, недосягнення або, навпаки, перевищення яких призводить до негативних наслідків май-

бутньої економічної діяльності. Встановити точну кількісну величину результату у невизначених вхідних умовах можливо завдяки застосуванню теорії нечітких множин, що підтверджує доцільність її застосування для посилення інформаційної підтримки прийняття управлінських рішень. На нашу думку, поєднання традиційної та нечіткої статистики дозволяє значною мірою підвищити якість інформаційної підтримки прийняття управлінських рішень, сприяти їх оптимальності, обґрунтованості й якнайширшому розповсюдженні в практиці фінансів і менеджменту. На сьогодні не лише теоретично обґрунтовано, але й програмно реалізовано процедури нечіткої кластеризації, які передбачають розбиття сукупної множини спостережень на підмножини, що не перетинаються, таким чином, щоб елементи, віднесені до одного кластеру, відрізнялись один від одного значно меншою мірою, ніж від елементів інших кластерів [3, с. 228]. Зазначена процедура якнайкраще підходить для аналізу ефективності управління сучасними підприємствами, коли межа результативності або не результативності є розмитою і складно надати абсолютну оцінку, проте можливо визначити порівняльну характеристику щодо міри прийнятності чи неприпустимості досягнутих економічних результатів. Реалізований у програмі MATLAB алгоритм нечітких с-середніх (FCM – Fuzzy C-Means) являє собою розв’язання ітеративної задачі мінімізації відстані зважених координат об’єктів кластеризації від центрів шуканих нечітких кластерів. Обмеженням у цій оптимізаційній задачі є відсутність порожніх кластерів, для яких міра належності того чи іншого спостереження буде дорівнювати нулю. В аспекті застосування цього алгоритму для вивчення діяльності підприємств, спрямованої на досягнення такої стратегічної мети як максимізація вартості бізнесу не лише у використанні а й в обміні, об’єктами кластеризації є економічні результати за певний проміжок часу, наприклад, рік. Тоді координатами об’єкту є значення найважливіших економічних характеристик, які істотно впливають на досягнутий результат. На нашу думку, для будівельних підприємств, організаційно-правова форма яких – акціонерне товариство (не залежно від того, приватне воно, або публічне) особливої уваги вимагають два показники, один із яких є у “Порядку проведення оцінки фінансового стану бенефіціара та визначення виду забезпечення для обслуговування та погашення позики, наданої за рахунок коштів міжнародних фінансових організацій” [2] та включений до дискримінантної моделі оцінки фінансового стану будівельних підприємств. Це коефіцієнт оборотності оборотних активів ( $O_{OA}$ ), що показує ефективність використання оборотних активів бенефіціара та швидкість їх обертання, і розраховується як відношення чистої виручки від реалізації до середньорічної вартості оборотних активів за формулою:

$$O_{OA} = \frac{\Phi 2 \text{ p.035}}{\Phi 1 \text{ p.260}(\text{z p.3} + \text{z p.4}) \cdot 0,5} \quad (1)$$

Чим вищий показник, тим вищою є ділова активність підприємства і менша частина його оборотних коштів іммобілізується в надлишкових запасах.

Другий показник (координата-спостереження) визначений нами з урахуванням специфіки ціноутворення на будівельну продукцію і відображає конкурентоспроможність підрядного підприємства. Адже ціноутворення на продукцію підрядних будівельних підприємств здійснюється відповідно до Держаних будівельних норм ДБН Д. 1. 1-1-2000 [1] (далі ДБН), що суворо регламентує низку витрат, які враховуються у складі адміністративних. Включена в ціну будівельного контракту сума таких витрат не повинна перевищувати добутку нормативно-розрахункової трудомісткості основних бізнес-процесів будівельного майданчика та визначених Держбудом України усереднених показників для розрахунку адміністративних витрат, яка на цей момент складає 1,38 для житлових будинків, 1,52 грн. /люд-год для об'єктів промислового призначення та 1,79 для об'єктів інженерної інфраструктури. Ці усереднені показники, визначені Держбудом України, періодично переглядаються з урахуванням цін ресурсів будівництва, проте розрахунок адміністративних витрат може виконуватися і з використанням “Методичних рекомендацій з формування собівартості будівельно-монтажних робіт”, затверджених наказом Держбуду України від 16. 02. 2004 № 30, і положень п. 4. 1. 2. ДБН Д. 1. 1-1-2000 “Правила обчислення вартості будівництва”. Ці документи визначають скореговану суму адміністративних витрат в цілому по підприємству, яка дещо менша від показника, наведеного у “Звіті про фінансові результати” (Ф. 2, р. 070), то оскільки не враховуються такі витрати, як витрати на врегулювання суперечок в судових органах, відрахування будівельних підприємств на утримання апарату управління будівельних об'єднань, включаючи витрати на утримання корпорацій, асоціацій тощо, витрати на перебазування будівельних і монтажних організацій, витрати, пов'язані із нарахуванням і виплатою дивідендів учасникам і засновникам будівельних підприємств (оплата повідомлень у засобах масової інформації, конвертів, послуг зв'язку), витрати на сплату відсотків (винагороди) за користування матеріальними цінностями, узяними в оренду (лізинг), витрати з операційної оренди, витрати зі страхування майна. Поряд із питомим показником адміністративних витрат у розрахунку на 1 люд.-год. загальної кошторисної трудомісткості, на нашу думку, заслуговує уваги співвідношення адміністративних витрат і витрат на оплату праці основного персоналу, задіяного на виконанні будівельно-монтажних робіт. Цей показник, який можна охарактеризувати як ставка адміністративних витрат на 1 грн. оплати праці персоналу будівельного майданчика (далі – ставка адміністративних витрат), більш зручний, оскільки є відносним співвідношенням (вимірюється у [грн. /грн. ]) і не зазнає істотного викривлення внаслідок інфляційного зростання цін. Розрахунок ставки адміністративних витрат ( $\alpha_{\text{ааі}}$ ) рекомендуємо здійснювати за допомогою показників “Звіту про фінансові результати” та інформації щодо усередненої структури адмі-

ністративних витрат, наведеної у Листі Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України № 7/7-630 від 09. 07. 2002, який досі не втратив чинності. Цей документ визначає, що витрати на заробітну плату працівників апарату управління будівельного підприємства, діяльність яких спрямована на організацію, управління та обслуговування будівельного виробництва складає 36,86 % від загальної суми адміністративних витрат, що дає підстави для відповідних коригувань показників, наведених у фінансовій звітності:

$$\alpha_{адм} = \frac{\text{Адміністративні витрати}}{\text{Витрати на оплату праці працівників буд.майданчика}} = \frac{\Phi 2 \text{ р.070}}{\Phi 2 \text{ р.240} - 0,3686 \cdot \Phi 2 \text{ р.070}} \quad (2)$$

Запропонований показник ( $\alpha_{адм}$ ) зручний для використання і зовнішнім по відношенню до підприємства користувачам фінансової інформації, адже інформація про сумарну трудомісткість будівельно-монтажних робіт є суто внутрішньою. Великі та середні будівельні компанії зазвичай помилково лишають осторонь своєї уваги цей показник у силу складності контролю фактичних витрат праці і достовірності їх відображення у кошторисній документації. Проте фонд оплати праці – показник більшою мірою контрольований і, що не менш важливо, частіше піддається моніторингу з боку керівництва підприємства на всіх рівнях. Отже величина адміністративних витрат, які припадають на 1 грн. фонду оплати праці є суттєвою інформацією щодо змін ринкової вартості підприємства як для зовнішніх, так і для внутрішніх користувачів. Загроза падіння вартості будівельного підприємства реалізується, якщо фактична сума адміністративних витрат на 1 грн. ФОП перевищить межу, обчислену на підставі усереднених показників, рекомендованих Держбудом. Цей економічний поріг було обчислено на підставі середніх годинних тарифних ставок й середнього розряду будівельно-монтажних робіт, і його значення не повинно перевищувати 0,102 грн. /грн. Однак у більшості аналізованих підприємств таке співвідношення не було витримано не лише в кризових 2008 – 2009 роках, але й фінансово успішному докризовому періоді, що свідчить про відсутність вартісно-орієнтованої системи менеджменту у будівництві. Первісний склад аналізованої вибірки містив 20 будівельних підприємств, організаційно-правова форма яких – відкрите акціонерне товариство. З них 11 зареєстровано у переліку фондової біржі ПФТС, а впродовж аналізованого періоду (з 2004 по 2009 р.) відбувались поодинокі трансакції купівлі-продажу їх акцій. Решту 9 підприємств, акції яких не є об'єктом купівлі-продажу, було вилучено з подальшого аналізу через високі показники ставки адміністративних витрат, які у 10 і вище разів перевищували економічно обґрунтоване порогове значення у 67% спостережень. Для підприємств, акції яких включені до переліку ПФТС, кількість таких випадків неефективного управління не перевищує 25%. У результаті оброблення масиву економічної інформації за допомогою спеціальної

функції MATLAB,  $fcm(data, cluster\_n, options)$  при  $n=3$ , було визначено координати центрів кластерів, тобто економічні параметри найтипівіших реалізацій механізмів створення вартості будівельними підприємствами, акції яких купувались і продавались на фондовому ринку за 2004 – 2009 роки. Результати нечіткої кластеризації, отримані за допомогою MATLAB, наведені в таблиці 1, яка також містить показники стандартного відхилення координат елементів кожного з кластерів від відповідного центру. Наведені в таблиці 1 кількісні показники потрібні для визначення термів вхідних нечітких змінних та побудови їх функцій належності.

*Таблиця 1*  
*Результати кластерного аналізу будівельних підприємств за рівнем ефективності стратегічного менеджменту, спрямованого на максимізацію вартості бізнесу\**

Клас-тер	Координати центру кластеру, $b$		Стандартне відхилення по кластерах, $c$	
	оборотність оборотних активів	ставка адміністративних витрат	оборотності оборотних активів	ставки адміністративних витрат
1	6,9129	0,2421	1,0648	0,0336
2	3,9111	0,2745	0,855	0,1760
3	1,3993	0,5906	0,7135	0,5328

\*(складено автором)

Аналізуючи дані таблиці 1, щодо координат центру кластеру 2 та спостережень, віднесених до нього, можна задати терм “незадовільний” – оборотність оборотних активів дуже низька, а ставка адміністративних витрат перевищує економічно обґрунтований поріг майже в 3 рази. Кластер 1 не можна зіставити з термами на зразок “хороший” чи “прийнятний” через невідповідність ставки адміністративних витрат пороговому значенню, яке перевищено більше ніж у 2 рази – близько 0,2421 проти раніше обчисленого 0,1. Тому терми вхідних нечітких змінних, побудованих на підставі параметрів цього кластеру нами було охарактеризовано як “задовільний”.

Кластер 3, з урахуванням координат центру та сукупності спостережень, віднесених до цього кластеру за максимальним значенням функцій належності (величини впевненості до належності саме цьому кластерові, а не іншому), відповідає терму “неприпустимий”. Адже він об’єднує випадки занадто високих, перевищуючих економічно обґрунтований поріг у 10 разів, показників ставки адміністративних витрат та дуже низької швидкості обороту оборотних коштів (близько 1 обороту на рік), який свідчить про катастрофічну нестачу грошових коштів для здійснення поточної операційної діяльності.

Виконана нечітка кластеризація дозволяє удосконалити алгоритм побудови системи нечіткого висновку через уточнення параметрів функцій належності. Виходячи з припущення, що вихідні дані – розрахункові коефіцієнти розподілено за нормальним законом, для термів вхідних змінних, утворених за даними 2-го кластеру, доцільно використати гаусові функції належності ( $m(u)$ ), які задаються рівнянням:

$$m(u) = \exp\left(-\frac{(u-b)^2}{2c^2}\right), \quad (3)$$

де  $u$  – рівень властивості суб'єкту;

$b$  – координата максимуму функції належності, яка дорівнює середньому значенню змінної ознаки по вибірці;

$c$  – коефіцієнт концентрації, який дорівнює середньоквадратичному відхиленню по вибірці.

Задавати функції належності термів “неприпустимий” для ставки адміністративних витрат та “задовільний” для оборотності оборотних активів слід за допомогою сплайн функцій s-подібної кривої, адже необмежене зростання кожного з показників тільки посилюють впевненість у неприпустимій, чи навпаки задовільній системі менеджменту на таких підприємствах. При цьому сплайн-функція s-подібної кривої, оскільки  $c < b$  (табл. 1.) задається наступною системою:

$$\mu(u, a, b) = \begin{cases} 0, & u \leq c; \\ 2 \cdot \left(\frac{u-c}{b-c}\right)^2, & c < u \leq \frac{c+b}{2}; \\ 1 - 2 \cdot \left(\frac{b-u}{b-c}\right)^2, & \frac{c+b}{2} \leq u < b; \\ 1, & b \leq u \end{cases}$$

Для термів “задовільний” змінної “ставка адміністративних витрат” та “неприпустимий” змінної “оборотність оборотних активів” якнайкраще підійдуть функції належності у вигляді сплайн функцій s-подібної кривої, адже необмежене скорочення кожного з показників посилюватимуть впевненість про задовільний рівень менеджменту в першому випадку та неприпустимий в другому. При цьому сплайн-функція z-подібної кривої, оскільки  $c < b$  (табл. 1.) задається наступною системою:

$$\mu(u, a, b) = \begin{cases} 1, & u \leq c; \\ 1 - 2 \cdot \left(\frac{u-c}{b-c}\right)^2, & c < u \leq \frac{c+b}{2}; \\ 2 \cdot \left(\frac{b-u}{b-c}\right)^2, & \frac{c+b}{2} \leq u < b; \\ 0, & b \leq u \end{cases}$$



На графіку (рис. 1) наведено терми функції належності вхідної нечіткої змінної "ставка адміністративних витрат", які побудовано на підставі наступних формул:

– для терму "задовільна"

$$\mu(u, a, b) = \begin{cases} 1, & u \leq 0,5328; \\ 1 - 2 \cdot \left( \frac{u - 0,5328}{0,5906 - 0,5328} \right)^2, & 0,5328 < u \leq \frac{0,5328 + 0,5906}{2}; \\ 2 \cdot \left( \frac{0,5906 - u}{0,5906 - 0,5328} \right)^2, & \frac{0,5328 + 0,5906}{2} \leq u < 0,5906; \\ 0, & 0,5906 \leq u \end{cases};$$

– для терму "незадовільна":

$$m(u) = \exp\left(-\left(\frac{u - 0,2745}{2 \cdot 0,176}\right)^2\right) = \exp\left(-\frac{(u - 0,2745)^2}{0,1239}\right);$$

– для терму "неприпустима":

$$\mu(u, a, b) = \begin{cases} 0, & u \leq 0,0336; \\ 2 \cdot \left( \frac{u - 0,0336}{0,2421 - 0,0336} \right)^2, & 0,0336 < u \leq \frac{0,0336 + 0,2421}{2}; \\ 1 - 2 \cdot \left( \frac{0,2421 - u}{0,2421 - 0,0336} \right)^2, & \frac{0,0336 + 0,2421}{2} \leq u < 0,2421; \\ 1, & 0,2421 \leq u \end{cases};$$

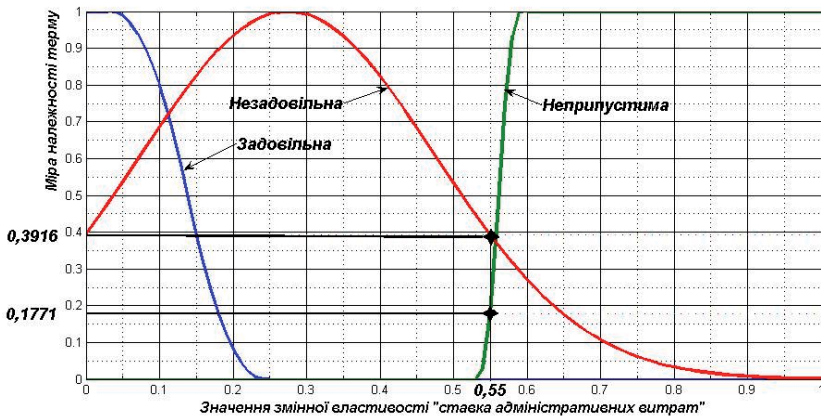


Рис. 1. Графіки термів функції належності "ставка адміністративних витрат"\*

\*(розроблено автором)



За допомогою підстановки фактичних даних у формулу функцій належності, або шляхом аналізу графіку можна встановити не лише лінгвістичну оцінку роботи підприємства, але й міру впевненості в цій оцінці. Так, на рис. 1 проілюстровано, що ставка 0,55грн. адміністративних витрат у розрахунку на кожну гривну витрат на плату праці персоналу, задіяного на виконання будівельно-монтажних робіт, може бути охарактеризована як неприпустима із рівнем впевненості 0,18 і як незадовільна із рівнем впевненості 0,39. Отримані лінгвістичні оцінки характеризують ефективність досягнення стратегічних цілей на ПАТ “Київміськбуд 1” у 2009 році.

**Висновки.** Виконане дослідження економічних характеристик будівельних підприємств дозволило встановити функціональні залежності між кількісними показниками результативності системи менеджменту та мірою впевненості у справедливості можливого оціночного судження. Застосування нечіткої класторизації виявило глибинні передумови ускладнень виходу підприємств галузі, спричинені недосконалістю, витрато-місткістю та неприпустимо низькою віддачею сформованого адміністративно-управлінського механізму. Запропонований в дослідженні методичний підхід до діагностики системи менеджменту, в основу якого покладено засоби теорії нечітких множин, може бути використаним і для удосконалення систем управління не публічними будівельними підприємствами, цінні папери яких не обертаються на фондовому ринку, оскільки дозволяє сформувати коло пріоритетних завдань, спрямованих на підвищення життєздатності та інвестиційної привабливості функціонуючого бізнесу.

### Література:

1. Правила визначення вартості будівництва. Державні будівельні норми України (ДБН Д. 1. 1-1-2000), затверджені наказом Держбуду України від 27 серпня 2000 р. № 174 і введені в дію з 1 жовтня 2000 року, із змінами та доповненнями. Надруковано: Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України. “Ціноутворення у будівництві”. – Київ: ІНПРОЕКТ, 2009. – Випуск №4, квітень. – С. 29-221.
2. Порядок проведення оцінки фінансового стану бенефіціара та визначення виду забезпечення для обслуговування та погашення позики, наданої за рахунок коштів міжнародних фінансових організацій зі змінами, затвердженими наказом Міністерства фінансів України від 22 жовтня 2009 року № 1234 зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 17 листопада 2009 року за № 1093/17109.
3. Алгоритмы и системы нечеткого вывода при решении задач диагностики городских инженерных коммуникаций в бреде MATLAB / Л. А. Демидова, В. В. Кираковский, А. Н. Пылькин. – М.: Радио и связь, Горячая линия – Телеком, 2005. – 365 с.
4. Вітлінський В. В., Піскунова О. В., Рибальченко Л. В. Дослідження діяльності страхових компаній України методами факторного аналізу та теорії

нечітких множин // Економіка України. – 2009. – № 5. – С. 46-60.

5. Галецька Т. І., Топішко О. І. Метдика оцінки ефективності інвестиційних лізингових проектів // Фінансова система України. Збірник наукових праць. – Острого: Видавництво Національного університету "Острозька академія", 2009. – Випуск 12. – С. 454-469.

6. Долінський Л. Б., Галкін А. І. Оцінка вартості переказних векселів із урахування ризику неплатежу // Фінанси України. – 2009. – № 9. – С. 104-114.

7. Ковалевская О. С., Моргунова Т. А. Основы методики оценки реального износа активной части основных средств строительных организаций // Вестник ИНЖЭкона. – 2006. – Вып. 4(13). – С. 126-129.

8. Лейфер Л. А. Особливості оцінки вартості акцій за допомогою майнового підходу // Фінансовий ринок України. – 2010. – № 3 (77). – С. 23-25.

9. Матвійчук А. В. Аналіз та прогнозування розвитку фінансово-економічних систем із використанням теорії нечіткої логіки. Монографія. – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 206 с.

10. Роїк О. М., Азарова А. О., Килимник Л. А. Математична модель та метод оцінки рівня ризику структури капіталу засобами нейронної мережі Хопфілда // Актуальні проблемі економіки. – 2010. – № 1 (103). – С. 245-253.

11. Сорокіна Л. В. Вартісна складова в системі фінансового менеджменту дорожньо-будівельного підприємства // Фінансова система України. Збірник наукових праць. – Острого: Видавництво Національного університету "Острозька академія", 2009. – Випуск 12. – С. 481-490.

12. Сорокіна Л. В. Застосування нечіткої логіки в управлінні внутрішньою складовою ринкової вартості підприємств а// Проблеми і перспективи розвитку банківської системи України / Збірник наукових праць. – Суми: ДВНЗ "УАБС НБУ", 2009. – Випуск 27. – С. 243-256.