



УДК 338.519.004.7

*В. В. Сергєєва,*

*к. т. н., старший викладач кафедри економіки та обліку господарської діяльності,  
Нововолинський факультет Тернопільського національного економічного університету, м. Нововолинськ*

## ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ З МЕТОЮ ВИЯВЛЕННЯ НЕСТАБІЛЬНОЇ ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНОЇ СИТУАЦІЇ МІСТА

*V. V. Syerhyeyeva,*

*Ph.D., senior lecturer in "Economics and account of economic activity", Novovolynsk Faculty of Ternopil National Economic University*

### THE APPLICATION OF FUZZY LOGIC TO DETECT UNSTABLE FINANCIAL AND ECONOMIC SITUATION OF THE CITY

*У статті розглянуто наукові засади застосування економічних та математичних підходів щодо вирішення питання підвищення інвестиційної привабливості та конкурентоспроможності окремих регіонів України. Розроблені пропозиції щодо застосування нечіткої математики в економічних моделях та використання їх в задачах управління соціально-економічними системами. Запропонована карта прогнозу економічної ситуації міста, яка призначена для отримання лінгвістичної оцінки фінансово-економічного стану у випадку наявності лише багатомірної початкової інформації. В статті представлена структурна організація передачі інформації системою зв'язку, яка включає в себе найбільш істотні елементи: комп'ютерну мережу та систему супутникового зв'язку. А також запропоновані варіанти вирішення питань щодо врегулювання фінансово-економічної ситуації. Новизна даного підходу визначається можливістю оцінки даного показника з урахуванням суб'єктивно-об'єктивних факторів, що визначають даний показник.*

*The article deals with the application of scientific principles of economic and mathematical approaches to address the issue of increasing investment attractiveness and competitiveness of individual regions in Ukraine. It is suggested the application of fuzzy mathematics in economic models and their use in the management of social and economic systems. The proposed map of the city economic situation forecast, which is designed for language assessment of the financial and economic situation in the case of multidimensional original data only. The article presents the structural organization of the information communication system, which includes the most essential elements: a computer network and a satellite communication system. It is proposed the solutions to the issues on the settlement of the financial and economic situation. The novelty of this approach is determined by the possibility of estimation of this indicator taking into account subjective-objective factors that determine this figure.*

**Ключові слова:** *нечітка логіка, фінансово-економічний стан, лінгвістичні змінні, конкурентоспроможність, функції приналежності, система зв'язку, електронна картка.*

**Keywords:** *fuzzy logic, financial-economic status, linguistic variables, competitiveness, belonging functions, communication system, electronic card.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** Останні кілька десятиліть спостерігається прискорене зростання використання математичних понять і методів аналізу фінансово-економічних систем. Такі поняття і методи здобули помітних успіхів. Проте вони не зовсім забезпечують реалістичність моделей для систем, що функціонують в умовах суцільної неточності та невизначеності.

Традиційні математичні методи засновані на класичній, аристотелевській, бінарній логіці, яка є нетерпимою до неточності [1] та необ'єктивності істини, а також невизначеністю у фінансово-економічних системах. В свою чергу невизначеність системи призводить до зростання ризиків від прийняття неефективних рішень, результатом чого можуть бути негативні економічні, технічні та соціальні наслідки. З цією метою виникає потреба у методах, що ґрунтуються на м'яких обчисленнях, а саме на нечіткій логіці.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор, виділення невирішених частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття.** Дослідженню проблем застосування нечіткої логіки в економічній теорії присвятили свої наукові праці такі вчені як А. В. Матвійчук [2], О. В. Мороз [3], А. О. Свентух [4], а також Cathy H. C. [5, 6]. Основним результатом вищевказаних досліджень є вирішення проблеми лише в межах одного підприємства (організації) з можливим фіксованим списком критичних ситуацій та кількома передбаченими способами їх вирішення. А також мало уваги приділено можливості здійснення постійного моніторингу і аналізу фінансово-економічного та соціального стану будь-якої адміністративно-територіальної одиниці (АТО) країни; створенню ефективних та передових умов передачі об'єктивних, точних даних про стан однієї або кількох АТО в режимі реального часу, що дасть можливість судити про економічний стан країни в цілому.

Проблеми відтворення діяльності та формування прогностичної узагальненої інформації щодо фінансово-економічного стану міста (області, регіону, країни в цілому) є досить актуальними та такими, що потребують поглибленого вивчення.

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Облік та розподіл ресурсів, планування місцевого бюджету, розробка стратегій розвитку та розрахунок статистичних показників в країні виконуються відносно АТО (областей, районів тощо).

Нечіткі моделі є простішими та більш ефективнішими за класичні, особливо при оцінюванні глобального економічного рівня держави [7] та при розрахунках показників ефективності [8]. Показник якості функціонування підприємства не обчислюється математично без застосування нечіткої логіки, оскільки даний процес налічує безліч якісних характеристик [9].

Метою даної статті є звернення уваги спеціалістів, які працюють в сфері економіки, на сучасні ефективні математичні підходи до моделювання економічних ситуацій. Одним із них є використання нечітких математичних моделей.

**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.** Сьогодні одним з найбільш перспективним напрямків наукових досліджень в галузі аналізу, прогнозування та моделювання економічних явищ і процесів є нечітка логіка (fuzzy logic). Нечітко-множинні моделі, часто представлені у вигляді програмного забезпечення для персональних комп'ютерів, які дають можливість менеджерам різного рівня, так і власникам підприємств приймати економічно обґрунтовані рішення.

У 1965 р. Л. А. Заде, професор інформатики Каліфорнійського університету в Берклі, ввів в науку поняття нечітких множин (fuzzy set), що дало назву

одноійменної теорії (fuzzy logic) [10].

Методи нечіткої логіки широко використовуються в різних прикладних галузях та в ситуаціях пов'язаних із наявністю різного роду невизначеностей [10], коли ці невизначеності не можуть бути чітко формалізовані за допомогою методів теорії ймовірності і математичної статистики. Такі невизначеності можуть бути викликані неможливістю математично чітко встановити значення параметрів та меж їх приналежності, або неповнотою потреб чи невизначеністю в питанні про неможливість настання тих чи інших подій.

Часто тип невизначеності пов'язаний з тим, що деякі характеристики досліджуваних явищ та подій важко чи неможливо визначити чисельним методом. Тоді використовуються їх речові оцінки, наприклад, «успішний фінансовий рік», «глибока економічна криза» і т. п. В цифровому грошовому вираженні результат подібних висловлювань для різних підприємств буде виглядати по-різному в залежності від їх обігу.

З метою спрощення процесу прийняття рішень у випадках великої багатомірності початкових даних, коли необхідно враховувати велику кількість погано формалізованих різних факторів, доцільно створювати моделі, які основані на нечіткому моделюванні та нечіткій логіці.

Застосування нечітких моделей [11] є дуже ефективним методом в задачах управління соціально-економічними системами. Модель управління може бути побудована так, що для неї не потрібне знання моделей самих процесів, які безпосередньо відбуваються в досліджуваній системі. Необхідно лише сформулювати систему правил поведінки досліджуваного об'єкту (системи) в формі умовного висловлювання типу: ЯКЩО...ТО...

Одним із класів задач, які виникають в управлінні в економічній сфері, являються задачі з області експертної діяльності. При аналізі об'єкта експерт використовує не тільки кількісні значення різних предметів, але і лінгвістичні оцінки якості (лінгвістичні змінні): «погано», «не дуже погано», «не дуже добре», «дуже добре» і т. п.

Для проведення строгої математичної формалізації, спочатку були побудовані нечіткі інтервали для характеристик, які можна описати числовими значеннями на підмножинах цілих чисел. Після цього, за допомогою експерта, який є спеціалістом в предметній області, була сформована функція належності для отриманої нечіткої величини, яка описана лінгвістичною змінною. Ця стадія побудови нечіткої математичної моделі називається фазифікацією.

Також модель створена для вирішення задач прогнозування, а тому послідовність значень нечітких величин разом із їх функціями приналежності співвідносяться з періодами часу. Отриманий графік співставляється з економічними лінгвістичними змінними: «ріст», «падіння», «коливання», «стабілізація» і т. п. Такий підхід дає можливість оцінити тенденції динаміки досліджуваної системи (об'єкта).

Мета вищевказаного полягає в тому, що формується відображення нечіткої лінгвістичної множини оцінок в набір числових інтервалів. При цьому функція приналежності, яка задана на цих числових інтервалах, характеризує ступінь впевненості чи ступінь розмитості істинності відповідності для кожного конкретного числа  $X$  з цих числових інтервалів.

Розроблені програмні процедури, представлені у статті, дозволяють проводити аналіз економічної інформації з метою попередження та запобігання появи складних економічних та фінансових ситуацій. Запропонований метод дозволяє надати правильну інформацію, необхідну для подальших поточних і прогнозних розрахунків та в реальному часі, за допомогою телекомунікаційної системи, збирати інформацію про фінансово-економічний стан окремих регіонів та країни в цілому, а також існує перспектива в моніторингу економічної ситуації.

Початковим етапом є визначення загального соціально-економічного стану міста (селища, регіону) шляхом встановлення поточної фінансової ситуації [1]. Ці дані та отримані в подальшому результати аналізів вносяться до персональної електронної картки міста для кращого оперування, оброблення та зберігання емпіричної та логічної інформації.

Спочатку процес отримання знань проводиться із вибірки запису даних «електронної картки» міста.

На основі аналізу цієї інформації формуються гіпотези наявності причинно-наслідкових зв'язків та їхня структура із подальшою фіксацією списку параметрів. Їхні взаємозв'язки досліджуються за допомогою процедур обчислення коефіцієнтів інформативності [12], а також процедур зменшення даного списку до варіанта списку найбільш інформативних параметрів, що забезпечує прийнятну точність рішення задачі класифікації досліджуваних об'єктів.

Вибрані показники оцінки даної ситуації, в процесі вищезгаданої переробки та відповідного оформлення, вносяться в прогностичну картку для подальшого визначення варіантів вирішення наявної економічної проблеми. У прогностичній картці використовуються показники, значення яких можна реально визначити за відсутності кваліфікованого персоналу шляхом задалегідь сформованої бази даних.

Після виконання параметризації, здійснюється визначення залежностей між введеними параметрами за допомогою методу багатфакторного кореляційного аналізу [13]. Далі проводиться процедура зменшення даного списку до варіанта списку найбільш інформативних параметрів. Наступним важливим етапом є розбивка областей зміни значень параметрів, після чого проводиться випробування наявних еталонних значень.

Тип залежностей визначається точно існуючих знань про причинно-наслідкові, логіко-динамічні зв'язки даного параметра. Для якісних параметрів дані представляються у вигляді продукцій [14]:

$$Y(t) = \text{ЯКЩО} < \text{ситуація}(t) > \text{ТО} < \text{прогноз значення параметра} (t + \Delta t) >.$$

Картка прогнозування відхилень в фінансово-економічній діяльності міста сформована на основі застосування інформаційних технологій і аналізу інформації електронної картки міста:

#### **Карта прогнозу економічної ситуації міста**

**'ПАРАМЕТРИ':** КІЛЬКІСТЬ НАСЕЛЕННЯ ( $<n : >n$ );

**'ОЗНАКА':**

РРБ – РІВЕНЬ РОЗВИТКУ БІЗНЕСУ ( ВИСОКИЙ : НИЗЬКИЙ );

РПМ – РЕНТАБЕЛЬНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ МІСТА ( $<20\% : >20\%$ );

ПП – ПРИРІСТ ПРИБУТКУ (ЗНАЧНИЙ : НЕЗНАЧНИЙ);

НПЕР – НАЯВНІСТЬ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ (Є : НЕМАЄ);

ФВ – ФОНДОВІДДАЧА ( ВИСОКА : НИЗЬКА );

РБ – РІВЕНЬ БЕЗРОБІТТЯ (ЗНАЧНИЙ : НЕЗНАЧНИЙ);

РТІ – РОЗВИНУТІСТЬ ТУРИСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ (НЕЗНАЧНА : ПОМІРНА : ВИСОКА);

ЕРП – ЕФЕКТИВНІСТЬ РИНКУ ПРАЦІ (ВИСОКА : НИЗЬКА);

**'ЗАГАЛЬНИЙ ПРОГНОЗ':**

ЕН – ЕКОНОМІЧНА НЕСТАБІЛЬНІСТЬ (ВИСОКА ЙМОВІРНІСТЬ : НИЗЬКА ЙМОВІРНІСТЬ);

**'ПРИПУСТИМО':**

$Y(t) = \text{ЯКЩО}$  (КІЛЬКІСТЬ НАСЕЛЕННЯ  $(t) = 2$  'И' РРБ $(t) = 1$  'И' РПМ $(t) = 2$  'И' ПП $(t) = 2$  'И' (НПЕР $(t) - 1$  'ИЛИ' НПЕР $(t) = 2$ ) 'И' ФВ $(t) = 1$  'И' РБ $(t) = 2$  'И' РТІ $(t) = 2$  'И' ЕРП $(t) = 2$ ) 'ТО' 2 'ІНАКШЕ' 1;

**'РЕЗУЛЬТАТ':**

'ЯКЩО'  $Y(t) = 1$  'ТО' ЕН $(t + n$  'ДНІВ') = 2 'ІАКШЕ' ЕН $(t + n$  'ДНІВ') = 1.

Де  $n$  та значення в дужках – інформаційні показники.

У разі низької ймовірності виникнення економічної нестабільності пропонується метод повного або часткового запобігання вищевказаної ситуації шляхом застосування відомих економічних методів ліквідації таких ситуацій на місцях.

У разі ж прогнозування високої ймовірності виникнення кризової ситуації із значними наслідками, пов'язаних із економічною нестабільністю підприємств та виробництв міста, отримані логічні та емпіричні дані підлягають подальшому стисканню та кодуванню [15] з метою передачі інформації та для попередження несанкціонованого доступу до мережі зв'язку [16] задля подальшого огляду та аналізу матеріалу провідними спеціалістами даної галузі на рівні держави.

Схематичне зображення системи зв'язку і передачі інформації наведено на рис. 1. Ця схема показує найбільш істотні елементи будь-якої системи зв'язку: комп'ютерної мережі, системи супутникового чи мобільного зв'язку тощо.

Для стискання інформації використовуємо статистичні алгоритми. Адаптивні алгоритми (алгоритм Хоффмана) [17] починають працювати з фіксованою початковою таблицею частот символів, що в процесі роботи змінюється в залежності від зустрічних символів файлу. Разом з алгоритмом Хоффмана використовуємо логічне сортування графічних даних [17, с. 45–48; 18].

Використання багатократних методів модуляції корегуючих кодів дозволяє знизити вимоги до рівня завад в каналі та впливу міжсимвольних змін і зменшити вірогідність помилки шляхом збільшення часу передачі одного символу кодової комбінації. Ця методика кодування дозволяє підвищити точність інформації, що передається та забезпечує високу якість передачі та обробки інформації [18].

Можливе застосування програм, що здійснюють кодування й декодування інформації [19] та працюють в режимі надлишкового кодування і практично не вимагають втручання оператора.

Для більшої ймовірності передачі достовірної початкової інформації використовуємо контрольні розряди, що самовідновлюють інформацію [20, 21].

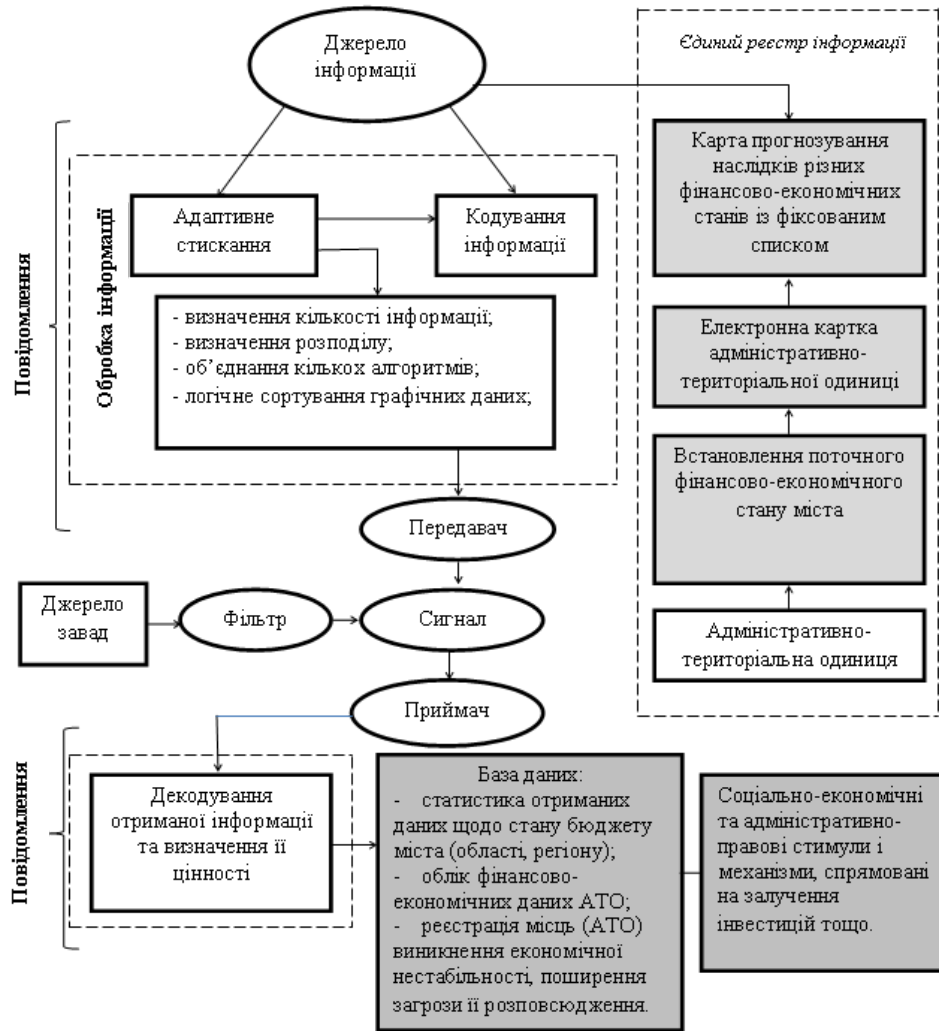


Рис. 1. Структурна організація передачі інформації системою зв'язу

Результат отриманої інформації, після проведення процедури декодування реєструється в єдиній базі даних статистики (області, регіону) з метою попередження виникнення та запобігання поширення нестабільної ситуації. Оброблена інформація реєструється і зберігається в банку даних, який складається і ведеться з метою забезпечення єдиного обліку та формування єдиного інформаційного фонду статистики економічних документів. Міру цінності інформації  $I_c$ , згідно з А. Маркевичем, визначають як зміну ймовірності досягнення мети в разі отримання цієї інформації.

Таким чином, арифметична сума цінності окремих методів значно перевищує їх інтегральну оцінку, що свідчить про їх взаємну доповнюваність в системі моніторингу. Найбільш правильне визначення поточної економічної ситуації проводиться за допомогою набору відповідних критеріїв, пріоритетність яких можна визначити вищевказаними методами.

Розроблені програмні процедури дозволяють проводити аналіз фінансово-економічної інформації для встановлення причинно-наслідкових зв'язків параметрів та розробки карток прогнозування вищевказаних наслідків.

Зазначена технологія використовує також і алгоритм визначення інформативності ознак предметного середовища (у разі відсутності чіткої і достовірної інформації), що характеризує розпізнавальні об'єкти чи явища, значення яких складають непараметричні сукупності, що не мають адекватного числового вираження. Класифікація об'єктів розпізнавання заснована на побудові системи еталонів.

**Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі.** Використання понять і математичного апарату нечітких математичних моделей таких як лінгвістичні змінні, функції приналежності, нечіткі відношення, нечітка імплікація та нечіткий висновок, дозволять формалізувати і встановити якісні взаємозв'язки між різними економічними характеристиками в реальній предметній сфері, а також розрахувати усе в програмі MathCad або MATLAB [22] з подальшим використанням їх в експертних задачах.

Запропонована система збору та передачі даних дасть можливість судити про стан не тільки окремих АТО, але і країни в цілому, не чекаючи підсумування соціально-економічних показників за кожен окремий звітний період. Така перевага забезпечить швидке реагування на виникнення непередбачуваної нестабільної ситуації та запобігти можливій фінансовій кризі.

#### Література:

1. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в MATLAB и fuzzyTECH / А. В. Леоненков – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.
2. Матвійчук А. В. Аналіз та прогнозування розвитку фінансово-економічних систем із використанням теорії нечіткої логіки: Монографія / Матвійчук А. В. – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 206 с.
3. Мороз О. В. Оптиміальне управління економічними системами в умовах невизначеності та ризику: Монографія / О. В. Мороз, А. В. Матвійчук. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2003. – 177с.
4. Свентух А. О. Оцінка ризикованості функціонування об'єктів комунального господарства на основі нечітко-множинного підходу: дис. на здобуття наук. ступ. канд. екон. наук: 08.03.02 : «Економіко-математичне моделювання» / А. О. Свентух – Хмельницький, 2005. – 180 с.
5. Cathy H. C. Hsu Image assessment for a destination with limited comparative advantages / [Cathy H. C. Hsu, Kara Wolfe, Soo K. Kang.] // Tourism Management – 2004. - #25 – p. 121-126.
6. E.W.T. Ngai. Design and development of a fuzzy expert system for hotel selection / E.W.T. Ngai, F.K.T. Wat.// Omega – 2003. - # 31 – p. 275-286.
7. Иманов К. Д. Нечеткая модель определения метаэкономического уровня / К. Д. Иманов, Р. Р. Рзаев // Системні дослідження та інформаційні технології. - 2006.

8. Петренко В. Р. Нечітка модель аналізу ефективності бізнес-процесів підприємства / Петренко В. Р., Кашуба С. В. // *Складні системи і процеси*. - 2006. - № 2. - с. 18-26.
9. Ткачук Л. М. Економіко-математичне моделювання якості функціонування підприємства / Л. М. Ткачук // *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*. - 2006. - № 1 (5). - с. 18-19.
10. Zadeh L. A. Fuzzy Sets as a Basis for a Theory of Possibility / L. A. Zadeh // *Fuzzy Sets and Systems*. - 1978. - Vol. 1. - # 1. - 100 p.
11. Борисов В. В. Нечеткие модели и сети / Борисов В. В., Круглов В. В., Федулов А. С. - М.: Горячая линия – Телеком, 2007. - 284.
12. Передача информации в ГАП / [авт. текст М. В. Назаров]. - К.: Вища школа, 1991. - 216 с.
13. Вашків П. Г. Теорія статистики: навчальний посібник / [Вашків П. Г., Пастер П. І., Сторожук В. П., Ткач С. І.]. - [2-ге вид.], стереотип. - К.: Либідь, - 2004. - 320 с.
14. Кузьмин И. В. Основы теории информации и кодирования / И. В. Кузьмин, В. А. Кедрус. - [2-е изд., перераб. и доп.] - К.: Вища школа, 1986. - 238 с.
15. Цимбал В. П. Теория информации и кодирования: учебник / В. П. Цимбал. - [2-е изд.] - К.: Вища школа, 1992. - 263 с.
16. Закон України «Про радіочастотний ресурс України»: абз. 19 : за станом на 1 червня 2000 р. / Верховна Рада України. - Офіц. вид. - К.: Парлам. вид-во. - 2004 р. - с. 1. - (Бібліотека офіційних видань).
17. Бакланов И. Г. Технологии измерений первичной сети: системы синхронизации, B-ISDM, ATM / И. Г. Бакланов. - М.: Эко-Трендз, 2002. - С. 45-48.
18. Теория передачи сигналов / [А. Г. Зюко, Д. Д. Кловский, М. В. Назаров, Л. М. Финк]. - М.: Радио и связь, 1986. - 304 с.
19. Джон К. Цифровая телефония: [пер. с англ. / под ред. А. Н. Берлина, Ю. Н. Чернышова] / К. Джон. - М.: Эко-Трендз, 2004. - 640 с.
20. Петрухин В. О. Математичні моделі, алгоритми і системи збору, обробки та інтерпретації медичної інформації 2005 року : автореф. дис. д-ра техн. наук : 05.13.06 : «Інформаційні технології» / В. О. Петрухін. - НАН України. Ін-т кібернетики ім. В. М. Глушкова. - К., 2005. - 36 с.
21. Колинко Т. А. Измерения в цифровых системах связи : практическое руководство / Т. А. Колинко. - К.: ВЕК+, 2002. - 320 с.
22. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С. Д. Штовба. - М.: Горячая линия – Телеком, 2007. - 288 с.

#### References.

1. Leonenkov, A. V. (2005), *Nechetkoe modelirovanie v MATLAB i fuzzyTECH* [Fuzzy modelling in MATLAB and fuzzyTECH], BHV-Peterburg, Sankt-Peterburg, Rossija.
2. Matvijchuk, A. V. (2005), *Analiz ta prohnozuvannia rozvytku finansovo-ekonomichnykh sistem iz vykorystanniam teorii nechitkoj lohiky* [Analysis and forecasting of development of the financial-economic systems using the theory of fuzzy logic], Tsentr navchal'noi literatury, Kyiv, Ukraine.
3. Moroz, O. V. and Matvijchuk, A. V. (2003), *Optymal'ne upravlinnia ekonomichnykh systemamy v umovakh nevyznachenosti ta ryzyku* [Optimal control of economic systems under conditions of uncertainty and risk], UNIVERSUM-Vinnitsia, Vinnitsia, Ukraine.
4. Sventukh, A. O. (2005), "Assessment of the risks of functioning of objects of municipal services on the basis of vaguely-multiple approach", Abstract of Ph.D. dissertation, Economic-mathematical modeling, National University of Khmelnytsky, Khmelnytsky, Ukraine.
5. Cathy, H. C. Hsu, Kara, Wolfe. and Soo, K. Kang. (2004), "Image assessment for a destination with limited comparative advantages", *Tourism Managment*, vol. 25, pp. 121-126.
6. Ngai, E.W.T. and Wat, F.K.T. (2003), "Design and development of a fuzzy expert system for hotel selection", *Omega*, vol. 31, pp. 275-286.
7. Imanov, K. D. and Rzaev, R. R. (2006), "Fuzzy model definition metaeconomics level", *Systemni doslidzhennia ta informatsijni tekhnologii*, vol. 4, pp. 34-38.
8. Petrenko, V. R. and Kashuba, S. V. (2006), "Fuzzy model analysis of efficiency of business-processes of the enterprise", *Skladni systemy i protsesy*, vol. 2, pp. 18-26.
9. Tkachuk, L. M. (2006), "Economic-mathematical modeling of quality of functioning of the enterprise", *Informatsijni tekhnologii ta komp'uterna inzheneriia*, vol. 1 (5), pp. 18-19.
10. Zadeh, L. A. (1978), "Fuzzy Sets as a Basis for a Theory of Possibility", *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 1, 100 p.
11. Borisov, V. V., Kруглов, V. V. and Fedulov, A. S. (2007), *Nechetkie modeli i seti* [Fuzzy models and networks], Gorjachaja linija – Telekom, Moskva, Rossija.
12. Nazarov, M. V. (1991), *Peredacha informacii v GAP* [The transmission of information in GAP], Vyscha shkola, Kyiv, Ukraine.
13. Vashkiv, P. H. Paster, P. I. Storozhuk, V. P. and Tkach, Ye. I. (2004), *Teoriia statystyky: navchal'nyj posibnyk* [Theory of statistics: a manual], 2nd ed, Lybid', Kyiv, Ukraine.
14. Kuz'min, I. V. and Kedrus, V. A. (1986), *Osnovy teorii informacii i kodirovanija* [Fundamentals of the theory of information and coding], 2nd ed, Vyscha shkola, Kyiv, Ukraine.
15. Cimbал, V. P. (1992), *Teoriia informacii i kodirovanija* [Theory of information and coding], 2nd ed, Vyscha shkola, Kyiv, Ukraine.
16. Parliament of Ukraine (2004), The law of Ukraine " On radio frequency resource of Ukraine", Parliamentary publishing house, vol. 19., p. 1.
17. Baklanov, I G. (2002), *Tehnologii izmerenij pervichnoj seti: sistemy sinhronizacii, B-ISDM, ATM* [Measurement technology the primary network: synchronization system, B-ISDM, ATM], Jeko-Trendz, Moskva, Rossija.
18. Zjuko, F. G. Klovskij, D. D. Nazarov, M. V. and Fink, L. M. (1986), *Teoriia peredachi signalov* [The theory of signal transmission], Radio i svjaz, Moskva, Rossija.
19. Dzhon, K. (2004), *Cifrovaja telefonija* [Digital telephony], Jeko-Trendz, Moskva, Rossija.
20. Petruhin, V. O. (2005), "Mathematical models, algorithms and systems of collection, processing and interpretation of health information 2005", Abstract of doctor of technical Sciences, Information technology, National Academy of Sciences of Ukraine, Inst. of Cybernetics. C. M. Glushkov, Kyiv, Ukraine.
21. Kolin'ko, T. A. (2002), *Izmerenija v cifrovych sistemah svjazi : prakticheskoe rukovodstvo* [Dimensions in digital communication systems : a practical guide], VEK+, Kyiv, Ukraine.
22. Shtovba, S. D. (2007), *Proektirovanie nechetkih sistem sredstvami MATLAB* [Designing fuzzy systems using MATLAB], Gorjachaja linija – Telekom, Moskva, Rossija.