

УДК 621.391

О.О. Шаповалова, Л.А. Гнучих

Харківський національний університет будівництва та архітектури, Харків

## СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ ОБ'ЄКТІВ РІЗНИХ ГАЛУЗЕЙ

*Дане дослідження є продовженням роботи [6], і присвячено застосуванню системного підходу при оцінці інвестиційної привабливості акцій низки вітчизняних підприємств з подальшим формуванням галузевих інвестиційних портфелів. Застосування запропонованого методологічного та програмного інструментарію на основі апарату нечіткої логіки дозволило оцінити інвестиційну привабливість акцій низки вітчизняних підприємств восьми галузей та прийняти рішення щодо включення цінних паперів в галузеві інвестиційні портфелі. На базі моделі Марковіца сформований портфель для будівельної галузі. В якості програмної підтримки використовувалася експертна система, створена із застосуванням пакета розширення Fuzzy Logic Toolbox інтерактивного середовища комп'ютерної математики МАТЛАБ.*

**Ключові слова:** апарат нечіткої логіки, лінгвістична змінна, функція приналежності, інвестиційний портфель, модель нечіткого логічного виводу.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Стрімко зростаюча кількість учасників ринку цінних паперів, кризові явища в економіці та не завжди керований характер змін існуючих тенденцій пред'являє високі вимоги до спеціалістів і робить необхідним використання професійних знань щодо методів аналізу ринку цінних паперів, які могли б допомогти їм зорієнтуватися в складних процесах. Застосування розвиненого математичного апарату та побудованої на його підґрунті системи обробки інформації на сьогоднішній день є як ніколи актуальним, так як дозволяє отримати певні переваги при формуванні інвестиційних портфелів в мінливих умовах сучасності, відібрати з усього множини наявних на ринку паперів ті, що дозволяють втриматися на плаву в умовах кризи та найкращим застрахувати себе від ризиків та забезпечити дохід.

Дослідження складних процесів і систем, зокрема в економіці, стикається з проблемою побудови математичних моделей на базі неоднорідних даних, які не завжди легко формалізуються. Складні системи, як правило, мають велику кількість входів-виходів та розгалужену структуру, причому зв'язки між елементами носять різнотипний, нелінійний характер, а атрибути, які їх характеризуються, можуть бути як кількісними, так і якісними.

Промислові підприємства можна розглядати як складні системи, ефективність роботи яких залежить від низки різнопланових факторів. В якості інтегрального показника успішності діяльності того чи іншого підприємства можна розглядати вартість його акцій та перспективи їх росту, тобто їх інвестиційну привабливість для потенційних покупців. На інвестиційну привабливість акцій впливає багато факторів як

внутрішнього так і зовнішнього характеру, вона є показником ефективності діяльності фінансово-економічної системи підприємства та в той же час підґрунтям для формування інвестиційних портфелів в системах оптимального управління фінансовими активами. Тому застосування методології системного аналізу для прийняття рішень щодо інвестиційної привабливості об'єктів в різних галузях промисловості є достатньо актуальним питанням.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Існує два підходи до оцінки перспективності інвестицій – фундаментальний та технічний аналіз. Застосування кожного з підходів має достатню кількість послідовників, аргументи яких висвітлені в працях Джека Швагера, Джона Мерфі, Еріка Неймана, Олексія Кияниці, Річарда Ямароне та інших.

Останнім часом одним з найбільш активних та перспективних напрямів прикладних досліджень в галузі управління та прийняття рішень є нечітке моделювання, яке орієнтоване на побудову моделей, що враховують неповноту й неточність вихідних даних та дозволяють за прийнятний час отримати розв'язок задовільного ступеня точності. На її основі в останні десятиліття Л.Г. Димовою [1], П.В. Севастьяновим [1], С.Д. Штовбою [5, 7], А.О. Недосекіним [4], А.В. Леоненковим [3], А.П. Ротштейном [5] вирішено низку практичних завдань управління та прийняття рішень.

В роботі при оцінці економічних об'єктів за основу взято теорію технічного аналізу, в рамках якого до уваги беруться такі інвестиційні властивості цінних паперів, як прибутковість та ризик, досягнення оптимального співвідношення між якими є головною метою інвестора при формуванні портфелю; суб'єктивну складову вносить тип ставлення інвестора до ризику.

Використання при оцінці інвестиційної привабливості системного походу і методів інтелектуальної обробки інформації дозволяє впоратися із значними складнощами і побудувати моделі прийняттого рівня точності й адекватності.

При цьому математичною основою моделей виступає теорія нечітких множин та нечітка логіка.

**Постановка завдання.** Дійсна робота є продовженням дослідження [6] і присвячена застосуванню системного підходу при оцінюванні інвестиційної привабливості акцій низки вітчизняних підприємств з подальшим формуванням галузевих інвестиційних портфелів.

**Метою роботи** є застосування запропоновано авторами методологічного і програмного інструментарію [6] для прийняття рішення про включення цінних паперів в інвестиційний портфель з використанням апарату нечіткої логіки і програмного пакета МАТЛАБ для вітчизняних підприємств восьми галузей. В якості програмної підтримки використовувалась експертна система, створена з застосуванням пакету розширення Fuzzy Logic Toolbox інтерактивного середовища комп'ютерної математики МАТЛАБ. Для розробки методологічного інструментарію використовувалися дослідження [1 – 5], для програмної реалізації – керівництво користувача пакетів Fuzzy Logic Toolbox [8].

## Виклад основного матеріалу

В портфельному інвестуванні існує можливість вибору відповідного типу портфеля, в якому існуватиме рівновага між очікуваним доходом та ризиком, прийнятним для власника портфеля. Запропонована в роботі методика допомагає інвестору прийняти рішення щодо включення конкретних акцій в портфель, спираючись на ретроспективні дані щодо їх прибутковості й ризикованості. Інвестиційні якості паперу визначається за такими співвідношеннями:

– доходність  $i$ -го цінного паперу в період  $t$ :

$$r_{it} = \frac{S_{t-1} - S_t}{S_t}, \quad (1)$$

де  $S_t$  – вартість цінного паперу в період  $t$ ,  $S_{t-1}$  – вартість цінного паперу за попередній період;

– середня доходність цінного паперу (у вигляді математичного сподівання):

$$\hat{r}_i = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T r_{it}, \quad (2)$$

де  $T$  – кількість минулих спостережень доходності даного цінного паперу,  $r_{it}$  – доходність  $i$ -го цінного паперу в період  $t$ ;

– ризик цінного паперу (у вигляді оцінки середнього квадратичного відхилення):

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{T-1} \sum_{i=1}^T (r_{it} - \hat{r}_i)^2}. \quad (3)$$

Доходність цінних паперів складається з курсової різниці, дивідендних платежів, купонних платежів, дисконту тощо.

В умовах сучасного фондового ринку України за доходність цінних паперів приймається відносна курсова різниця.

Для спрощення подальших розрахунків кожен з показників приведено до бальної оцінки (від 1 до 10) за допомогою співвідношення:

$$L_{ik} = F_{\min} + \frac{(P_{ik} - P_i^{\min})(F_{\max} - F_{\min})}{(P_i^{\max} - P_i^{\min})}, \quad (4)$$

де  $L_{ik}$  – бальна оцінка характеристики  $i$  для цінного паперу  $k$ ;  $F_{\min}$ ,  $F_{\max}$  – відповідно найменша і найбільша кількість балів;  $P_{ik}$  – значення характеристики  $i$  цінного паперу  $k$ ;  $P_i^{\max}$ ,  $P_i^{\min}$  – відповідно найменше і найбільше значення характеристики  $i$ .

Між показниками та відповідними коефіцієнтами існує пряма лінійна залежність. Методика передбачає перевірку відповідності цих показників типу обраного інвестором портфеля.

Апроксимація залежності «входи-вихід» з використанням апарату нечіткої логіки або нечіткої логічний висновок здійснюється на базі лінгвістичних висловлювань типу «ЯКЩО-ТО» і операцій над нечіткими множинами з використанням алгоритму Мамдані (рис. 1, 2).

Викладений в роботі [6] математичний апарат і побудована в середовищі МАТЛАБ система нечіткого логічного виводу дозволяє виявити існуючі на ринку цінних паперів тенденції і прийняти рішення про включення тих чи інших цінних паперів у портфель.

Вхідними параметрами є прибутковість цінного паперу, її ризикованість та тип портфеля, який хоче сформувати інвестор, вихідним параметром системи є рівень зацікавленості інвестора в цінному папері. При переході до нечіткості, до аналізу беруться чотири лінгвістичні змінні (табл. 1).

Запропоновану модель нечіткого виводу [6] було застосовано для відбору в інвестиційний портфель найбільш перспективних з точки зору інвестора паперів. При цьому розглядалися акції 65 найбільш перспективних підприємств восьми галузей економіки України, які знаходяться у вільному продажу на фондовому ринку.

Для оцінювання інвестиційних властивостей акцій обраних компаній була використана інформація про котирування акцій за 2011-2014 рік та в використанням (1) – (4) були розраховано показники доходності та ризику акцій та отримані їх бальні середньомісячні оцінки. Результати розрахунків та відбору акцій, достатньо перспективних з позицій інвестування, на прикладі підприємств аграрного сектору України наведено в табл. 2, 3.

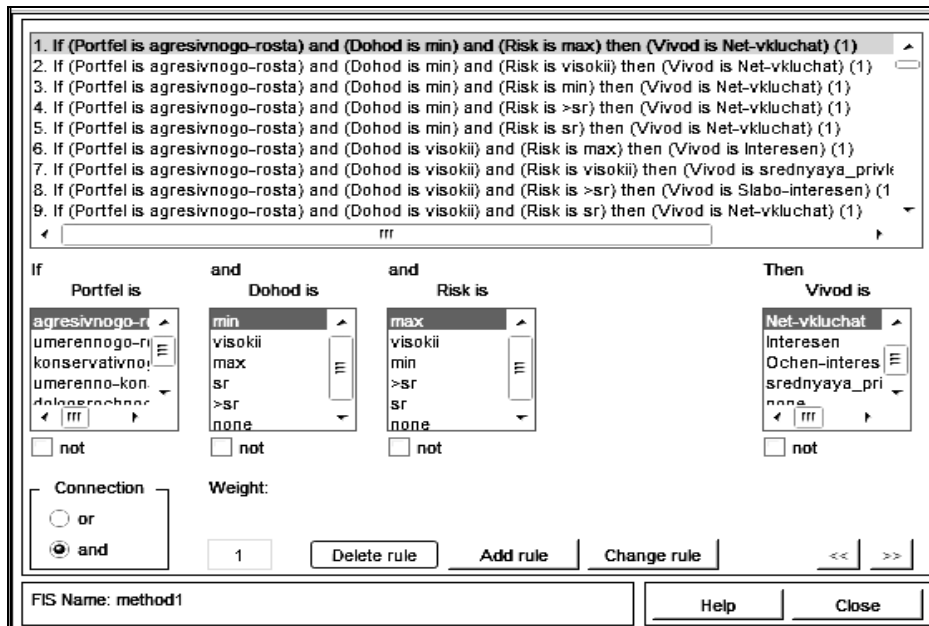


Рис. 1. Вікно формування бази знань в МАТЛІАБ

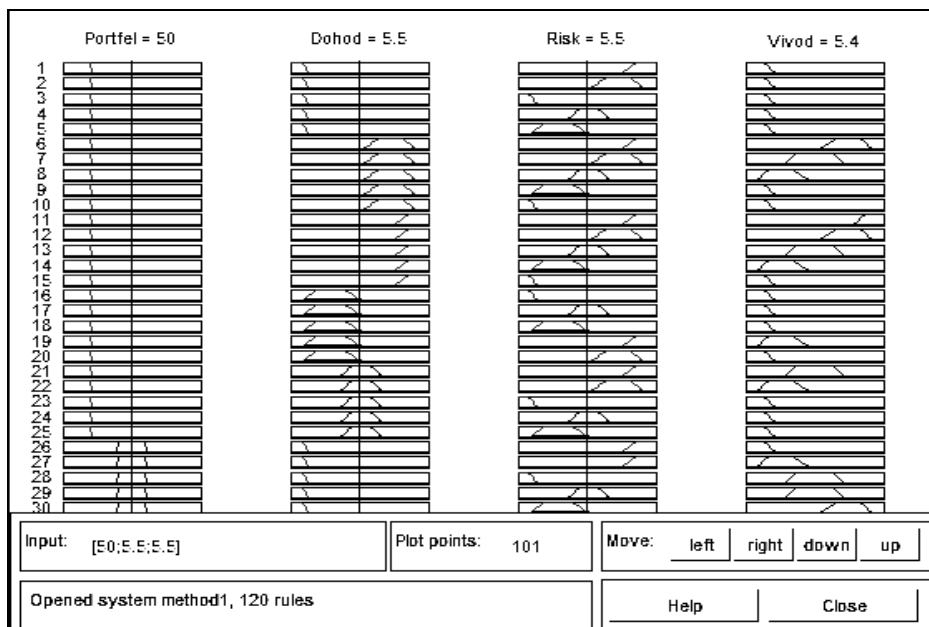


Рис. 2. Візуалізація нечіткого логічного виводу

Таблиця 1

Лінгвістичні змінні			
Ім'я лінгвістичної змінної	Терм-множина	Тип функції приналежності	Межі зміни
Портфель	Агресивного зростання (0-20), консервативного зростання (20-40), помірного зростання (40-60), помірно-консервативного зростання (60-80), довгострокового зростання (80-100)	Трапецидальна	0 - 100
Доходність	Мінімальний (1-1,5), середній (3-4,2), вище середнього(5,3-6), високий (7-8), максимальний (9-10).	Гауса	1 - 10
Ризик	Мінімальний (1-1,5), середній (3-4,2), високий (7-8), вище середнього (5,3-6), максимальний (9-10).	Гауса	1 - 10
Рівень зацікавленості	Абсолютно не цікавий (0-1), слабо цікавий (2-3), середня зацікавленість(4-6), цікавий (7-8), дуже цікавий (9-10).	Гауса	0-10

Таблиця 2

Нормовані показники доходності та ризику акцій

№	Підприємство	Доходність	Ризик
1	«Таврія»	1,06	1,00
2	«Agroliga Group»	1,35	1,27
3	«Agroton Public Ltd»	1,00	1,17
4	«ASTARTA HOLDING N.V.»	1,41	1,27
5	«Зелена долина»	1,12	1,16
6	«Рівнеазот»	2,92	2,81
7	«Полтавський комбiк. завод»	10,00	10,00

Для портфеля агресивного зростання прийнятними є акції лише однієї компанії – Полтавського комбiк-кормового заводу. Для портфеля консервативного зростання прийнятними є наступні акції: «Таврія», «Agroliga Group», «Agroton Public Ltd», «ASTARTA HOLDING N.V.», «Зелена долина», «Рівнеазот», для портфеля помірного зростання – «Таврія», «Agroliga Group», «Agroton Public Ltd», «ASTARTA HOLDING N.V.», «Зелена долина», «Рівнеазот», для портфеля помірно-консервативного зростання – «Рівнеазот», і нарешті для портфеля довгострокового зростання – знову «Полтавський комбiк-кормовий завод».

Отже, акції більшості підприємств за своїми інвестиційними якостями є прийнятними для інвестора, який планує сформувати портфель консервативного зростання, тобто вони є надійними, але мають

низький рівень прибутковості. Користуючись аналогічними міркуваннями, було визначено приналежність акцій підприємств семи галузей, що залишились, до певного типу портфеля та обрано ті підприємства, акції яких в подальшому доцільно включити у інвестиційний портфель та визначено тип портфеля (табл. 4).

Як приклад розглянуто процес формування інвестиційного портфеля за моделлю Марковиця для будівельної галузі. Результати розрахунку доходності та ризику цінних паперів представлені в табл. 5. В межах моделі Марковиця розглядалися пряма та зворотна задачі оптимізації фондового портфеля. В прямій постановці ризик не повинен був перевищувати 5%, в зворотній задачі рівень доходності портфеля склав 5%. Моделювання проводилось з застосуванням табличного процесора MS Excel. Структура портфеля представлена в табл. 5. На основі проведеної оптимізації можна зробити висновок, що при заданих обмеженнях значення ризикованості оптимальним буде портфель, який містить 4% цінних паперів емітенту «Житлобуд-1», 18% цінних паперів емітенту будівельної корпорації «Європа-Азія Україна», 30% емітенту «Будівельник», 2% емітенту «Мостобуд», 30% емітенту «Київметробуд», 11% емітенту «Інвестстройсервіс» та 5% емітенту «Граніт».

Таблиця 3

Рівень зацікавленості інвестора в акціях відповідних підприємств аграрного сектору України

№	Підприємство	Тип портфеля				
		Агрес.	Консерв.	Помірн.	Помірн-конс.	Довгостр.
1	«Таврія»	0,9	9,1	5	0,9	0,9
2	«Agroliga Group»	0,9	9,1	5	0,9	0,9
3	«Agroton Public Ltd»	0,9	9,1	5	0,9	0,9
4	«ASTARTA HOLDING N.V.»	0,9	9,1	5	0,9	0,9
5	«Зелена долина»	0,9	9,1	5	0,9	0,9
6	«Рівнеазот»	0,9	5	9	5	0,9
7	«Полтавський комбiк-кормовий завод»	9,1	0,9	0,9	0,9	5

Таблиця 4

Підприємства, акції яких було взято до розгляду при формуванні портфеля

№	Галузь	Підприємство	Тип портфеля	Рівень зацікавл.
1	2	3	4	5
1	Банки та фінансові інститути	«Банк Велес»	Консервативно-го зростання	9,1
2		«Креді Агріколь Банк»		9,1
3		«Факторинг Фінанс»		8,1
4		«Автоальянс ХХІ століття»		7,3
5		СК «Універсальна»		6,5
6		АКБ «Національний Кредит»		5
7		«КРЕДОБАНК»		5
1	Машинобудування	«Криворізький завод гірничого машинобудування»	Агресивн. зрост.	9,1
2		«НОРД»		7,4

Закінчення табл. 4

1	2	3	4	5
1	Нафтогазова промисловість	«Одеський НПЗ»	Помірного зростання	8,6
2		«Дніпрогаз»		8,3
3		«Вінницягаз»		8
4		«Концерн Галнафтогаз»		7,4
5		«Криворіжгаз»		7,4
6		«Ужгородський турбогаз»		5
7		«Луганськгаз»		5
8		«Волиньгаз»		4,4
1	Енергетика	«Волиньобленерго»	Помірного зростання	8,8
2		«Донецькобленерго»		8,7
3		«Львівобленерго»		7,6
4		«ПЕМ-Енерговугілля»		5
1	Чорна металургія	«Запоріжсталь»	Консерв. зрост.	9,1
2		«Харцизький трубний завод»		9,1
3		«Кременчуцький сталеливарний завод»		5,6
1	Будівництво та девелопмент	Будівельна корпорація «Європа-Азія Україна»	Консервативного зростання	9,1
2		«Будівельник»		9,1
3		«Мостобуд»		9,1
4		«Будівельний комбінат № 3»		9,1
5		«Завод ЗБК ім. Ковальської»		8,5
6		«Київметробуд»		7,8
7		«Інвестстройсервіс»		6,9
8		«Житлобуд-1»		5
9		«Граніт»		5
1	Харчова промисловість	«Вінницям'ясо»	Консервативного зростання	9,1
2		«Городищевській цукровий завод»		9,1
3		«Івано-Франківський м'ясокомбінат»		9,1
4		«Київхліб»		9,1
5		ПБК «Радомишль»		9,1
6		ПБК «Славутич»		9,1
7		«Запорізький рибокомбінат»		9,1
8		«Одеський коровай»		8,5
9		«Концерн Хлебром»		8
10		«Славуцький солодовий завод»		7,8

Таблиця 5

Структура портфеля за моделлю Марковича для підприємств будівельної галузі

Підприємство			Структура портфеля			
Назва	Дохідність	Ризик	Пряма задача	Зворотна задача		
«Житлобуд-1»	10,72%	51,07%	4%	2%		
БК «Європа-Азія Україна»	0,77%	2,33%	18%	30%		
«Будівельник»	2,05%	6,35%	30%	22%		
«Мостобуд»	0,85%	9,31%	2%	0%		
«Київметробуд»	7,20%	7,72%	30%	30%		
«Інвестстройсервіс»	10,90%	26,87%	11%	11%		
«Завод ЗБК ім. Ковальської»	3,16%	26,33%	0%	0%		
Будівельний комбінат № 3	3,15%	13,68%	0%	0%		
«Граніт»	14,27%	40,89%	5%	6%		
Характеристики оптимального портфеля:			Дохідність	5,28%	Дохідність	5,00%
			Ризик	5,00%	Ризик	4,60%

При цьому досягається максимальний рівень доходності портфелю в 5,28% при прийнятному рівні ризику.

В подальшому з відібраних акцій для кожної галузі планується сформувати відповідні портфелі цінних паперів за моделями Марковиця та квазі-Шарпа, проаналізувати результати та визначити найбільш інвестиційно привабливі галузі.

### Висновки

Проаналізовано український фондовий ринок, з застосуванням експертної системи на основі системи нечіткого логічного виводу обрано перспективні для інвестування акції за восьми галузями.

За допомогою експертної системи виявлено рівень зацікавленості інвестора акціями 65 вітчизняних підприємств.

Розв'язано пряму та зворотну задачу формування оптимального портфелю на прикладі будівельної галузі.

На базі розв'язку прямої та зворотної задачі за моделлю Марковиця сформовано оптимальний інвестиційний портфель з акцій підприємств будівельної галузі з рівнем доходності 5,28%.

2. Иванов А.П. Финансовые инвестиции на рынке ценных бумаг / А.П. Иванов; под ред. засл. деят. науки РФ, д-ра экон. наук, проф. О.И. Лаврушина. – М: КНО-РУС, 2008. – 560 с.

3. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB FUZZYTECH / А.В. Леоненков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.

4. Недосекин А.О. Применение теории нечетких множеств к задачам управления финансами / А.О. Недосекин // Аудит и финансовый анализ. – 2000. – № 2. – С. 102-107.

5. Ротштейн А.П. Влияние методов дефаззификации на скорость настройки нечеткой модели / А.П. Ротштейн, С.Д. Штовба // Кибернетика и системный анализ. – 2002. – №5. – С. 169-176.

6. Шаповалова О.О. Розробка експертної системи формування інвестиційного портфеля з використанням апарату нечіткої логіки / О.О. Шаповалова, М.М. Чернишова // «Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії та практики». Збірник наукових праць. Частина 2. – Х.: ХІБС УБС НБУ. – 2012. – С. 215-221.

7. Штовба С.Д. Идентификация нелинейных зависимостей с помощью нечеткого логического вывода в системе MATLAB / С.Д. Штовба // Математика в приложениях. – 2003. – №2(2). – С. 9-15.

8. Fuzzy Logic Toolbox. User's Guide, Version 2. – The MathWorks, Inc., 1999.

### Список літератури

1. Дымова Л.Г. Применение методов теории нечетких множеств для оценки эффективности инвестиций / Л.Г. Дымова, Н.В. Севастьянов // Финансы, учет, аудит. – 2007. – № 3. – С. 34-38.

Надійшла до редколегії 10.03.2015

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.О. Гороховатський, Харківський інститут банківської справи Національного університету банківської справи НБУ, Харків.

### СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ПРИНЯТИЮ РЕШЕНИЙ ОБ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ОБЪЕКТОВ РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ

Е.А. Шаповалова, Л.А. Гнучих

Данное исследование является продолжением работы 6, и посвящено применению системного подхода при оценке инвестиционной привлекательности акций ряда отечественных предприятий с последующим формированием отраслевых инвестиционных портфелей. Применение предлагаемого методологического и программного инструментария на основе аппарата нечеткой логики позволило оценить инвестиционную привлекательность акций ряда отечественных предприятий восьми отраслей и принять решения о включении ценных бумаг в отраслевые инвестиционные портфели. На базе модели Марковица сформирован портфель для строительной отрасли. В качестве программной поддержки использовалась экспертная система, созданная с применением пакета расширения Fuzzy Logic Toolbox интерактивной среды компьютерной математики MATLAB.

**Ключевые слова:** аппарат нечеткой логики, лингвистическая переменная, функция принадлежности, инвестиционный портфель, модель нечеткого логического вывода.

### SYSTEMATIC APPROACH TO DECISION OF INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF DIFFERENT BRANCHES' OBJECTS

O.O. Shapovalova, L.A. Hnychih

The present research continues paper 6 and is dedicated to implementation of systematic approach in assessment of shares' investment attractiveness of certain domestic enterprises with former forming of branch portfolio. Implementation of the suggested methodological and program tools, that are based on fuzzy logic system gave us an opportunity to estimate investment attractiveness of certain domestic enterprises from 8 branches and to make a decision about including the securities into the branch portfolio. A new portfolio for construction branch is formed on the base of Markovitch model. An expert system, created with usage of Fuzzy Logic Toolbox package that is an addition of interactive medium of computer math MATLAB was used as a program support.

**Keywords:** fuzzy logic system, linguistic variable, membership function, portfolio, model of fuzzy logic conclusion.