

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ**  
**ІНСТИТУТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ**  
**І ГЛОБАЛЬНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ**  
**ІНСТИТУТ КІБЕРНЕТИКИ ім. В.М. ГЛУШКОВА**  
**ІНСТИТУТ ЕКОНОМІКИ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ**

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ**  
**В ЕКОНОМІЦІ**

№ 3 (4), липень-вересень 2015 р.

**Міжнародний науковий журнал**

Заснований у липні 2014 р.  
Виходить 4 рази на рік

**КИЇВ 2015**

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор – **С.О. Довгий**, д-р фіз.-мат. наук, чл.-кор. НАНУ  
Заступник головного редактора – **О.М. Трофимчук**, д-р техн. наук,  
чл.-кор. НАНУ

### Члени редколегії:

**В.П. Вишневський**, д-р екон. наук,  
акад. НАНУ  
**В.М. Геєць**, д-р екон. наук, акад. НАНУ  
**Л.Ф. Гуляницький**, д-р техн. наук  
**Ю.І. Калюх**, д-р техн. наук  
**Ю.Г. Кривонос**, д-р фіз.-мат. наук,  
акад. НАНУ  
**С.І. Левицький**, д-р екон. наук  
**Р.М. Лепа**, д-р екон. наук  
**В.О. Романов**, д-р техн. наук

**В.А. Пепеляєв**, д-р фіз.-мат. наук  
**В.О. Петрухін**, д-р техн. наук  
**С.К. Полумієнко**, д-р фіз.-мат. наук  
**О.Г. Рогожин**, д-р екон. наук  
**І.В. Сергієнко**, д-р фіз.-мат. наук,  
акад. НАНУ  
**М.І. Скрипниченко**, д-р екон. наук  
**Д.В. Стефанишин**, д-р техн. наук  
**П.І. Стецюк**, д-р фіз.-мат. наук  
**В.О. Устименко**, д-р фіз.-мат. наук

### МІЖНАРОДНА РЕДАКЦІЙНА РАДА

**О.М. Ведута**, д-р екон. наук, проф., Росія  
**М. Вохозка**, проф., Чеська Республіка  
**Р. Еспехо**, проф., Великобританія  
**А. Крайка**, проф., Польща  
**А. Леонард**, проф., Канада  
**П. Миколайчак**, проф., Польща  
**С.О. Нурмінський**, д-р. фіз.-мат. наук,  
проф., Росія

**В.М. Полтерович**, д-р. екон. наук,  
проф., акад. РАН, Росія  
**В.І. Суслов**, д-р. екон. наук, проф.,  
чл.-кор. РАН, Росія  
**Ю.С. Харін**, д-р. фіз.-мат. наук, проф.,  
чл.-кор. НАНБ, Білорусь  
**Г. Ширз**, проф., Великобританія

---

Рекомендовано до друку Вченою радою Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України (протокол № 6 від 31.08.2015 р.)

*Журнал публікує оригінальні та оглядові статті, матеріали проблемного та дискусійного характеру, науково-практичні матеріали з питань математичного моделювання в різних сферах господарювання, інформаційного забезпечення процесу моделювання і прогнозування, розвитку кібернетичної складової і застосування сучасних програмно-апаратних засобів для математичного моделювання.*

### ОСНОВНІ ТЕМАТИЧНІ РОЗДІЛИ ЖУРНАЛУ

- Інформаційні технології в економіці
- Математичні та інформаційні моделі в економіці
- Аналіз, оцінка та прогнозування в економіці
- Дискусійні повідомлення

---

#### АДРЕСА РЕДАКЦІЇ

03186, м. Київ, Чоколівський бульв., 13,  
Інститут телекомунікацій і глобального  
інформаційного простору НАН України  
Телефони: (044) 245-87-97  
(044) 524-22-62  
E-mail: economconsult@gmail.com

Свідоцтво про реєстрацію  
КВ № 20259-10659 Р від 14.07.2014

Електронна версія журналу в Інтернеті  
[www.mmejournal.in.ua](http://www.mmejournal.in.ua) українською,  
російською та англійською мовами

## ЗМІСТ

### ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

**Дворакова Л., Вохозка М.**

Використання нейронних мереж для прогнозування розвитку компанії..... 5

**Рогожин О.Г., Хлобистов Є.В., Яковлев Є.О.**

Інформаційний інструментарій оцінки екологічних ресурсів в Україні..... 13

### МАТЕМАТИЧНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ В ЕКОНОМІЦІ

**Єфімов В.М.**

Про прагматистську інституціональну економіку..... 27

**Ведута О.М., Гуляєв Р.А.**

Сутність фіктивного капіталу і його роль в розвитку глобальної економічної кризи..... 55

**Вохозка М., Роуланд З.**

Прогнозування розвитку будівельних компаній за допомогою нейронних мереж на основі даних Чеської Республіки..... 62

### АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПРОГНОЗУВАННЯ В ЕКОНОМІЦІ

**Стефанишина-Гаврилюк Ю.Д., Стефанишин Д.В.**

Моделювання портфельного ризику при прийнятті рішень на основі попарного порівняння альтернатив..... 77

**Миронцов М.Л.**

Аналіз довгострокових біржевих трендів кореляційними методами..... 86

**Святогор О.А., Кременовська І.В.**

Альтернативна енергетика і зловживання бюджетними коштами..... 91

**РЕФЕРАТИ**..... 98

**ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ**..... 104

## CONTENTS

### INFORMATION TECHNOLOGY IN ECONOMY

**Dvořáková L., Vochozka M.**

Application of neural networks to prediction of company future development..... 5

**Rogozhyn O.G., Hlobystov E.V., Yakovlev E.O.**

Information tools evaluation of environmental resources in Ukraine..... 13

### MATHEMATICAL AND INFORMATIONAL MODELS IN ECONOMY

**Yefimov V.**

On pragmatist institutional economics..... 27

**Veduta E.N., Gulyaev R.A.**

The essence of fictitious capital and its role in the development of modern economic crisis..... 55

**Vochozka M., Rowland Z.**

Prediction of the future development of construction companies by means of artificial neural networks on the basis of data from the Czech Republic... 62

### ANALYSIS, EVALUATION AND FORECASTING IN ECONOMY

**Stefanyshyna-Gavryluk Yu.D., Stefanyshyn D.V.**

Modeling portfolio risk when making decisions on the basis of pairwise comparisons of alternatives ..... 77

**Myrontsov M.L.**

Analysis of long-term exchange trends for the correlation methods..... 86

**Svyatogor O.A., Kremenovska I.V.**

Alternative energy and the misuse of budgetary funds..... 91

**ABSTRACTS**..... 98

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**..... 104

# ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

UDK 004.77

L. DVOŘÁKOVÁ, M. VOCHOZKA

## APPLICATION OF NEURAL NETWORKS TO PREDICTION OF COMPANY FUTURE DEVELOPMENT

***Abstract.** Application of neural networks to prediction of company future development is much more conceivable now than before. Exploitation of data is one of the most important parts of possible prediction of company development. There are a lot of possibilities how to apply such data and what particular neural network to chose. Development of neural networks dates from 1943 when Perceptron was described and a lot of neural networks have been developed since then. New hybrid neural networks, which are often more accurate than only single-layer and multi-layer networks are being developed even now. The way how they can learn and assess data is substantial for their application in economy.*

***Keywords:** Neural networks, Multi-Layered Perceptron, Imperialistic Competition Algorithm, Kohonen Self-Organizing Map, Prediction, Bankruptcy.*

### Introduction

We are able to solve complicated problems like prediction in insurance and banking, identification of radar data, detection of explosives at airports, consignment sorting according to zip codes and many more by means of neural networks nowadays. Neural networks are frequently used for so called data mining, particularly in economy, where prediction of company future may be based on data from the past.

«A structure for distributed parallel processing of data consisting of a certain, usually very high number of interconnected processing elements can be generally considered an artificial neural network. Each of the processing elements can simultaneously receive any finite number of various input data. It can transfer any finite number of equivalent data on the status of a single, however plentifully branched output to other processing elements. Each processing element transforms input data to output data according to a certain transfer function. The content of its local memory can also be applied within that» [11].

Neural networks are basically classified under single-layer networks like Perceptron, Hopfield network, Kohonen network and multi-layer networks like ML-perceptron, GMDH (Group Method of Data Handling), Neocognitron, RBF network (Radial Basis Function) and ART (Adaptive Resonance Theory) network.

Prediction by means of neural networks and their best advantage is their ability to learn from examples and to express non-linear dependences, however estimation of error size or definition of reliability interval is impossible. The prediction character is based on the available data:

- single timeline,
- single line with additional information:
  - a) derivative course,
  - b) intervening variables,
- several mutually similar timelines (information on companies from the same sector),
- special selection of parameters [11].

Finally we need quality software (e.g. STATISTICA, MATLAB) but hardware as well for simulation of neural networks with regard to collection of the data we want to analyse.

### 1. Materials and Methods

A neural network consists of a combination of several neurons, where a neuron is a processor unit playing an important role for operation of an artificial neural network. Figure 1 shows what a neuron consists of (weight  $w$ , activating function  $f$  or distortion  $b$ ). The neuron output is calculated from the equation:

$$a = f(b + \vec{w} * \vec{p})$$

where  $p$  is the input vector ( $r$  is the input vector dimension),  $w$  is the line vector of weight,  $b$  is the distortion value,  $f$  is the activation function and  $a$  is the output neuron (Sajad Abdipour 2013, [1]).

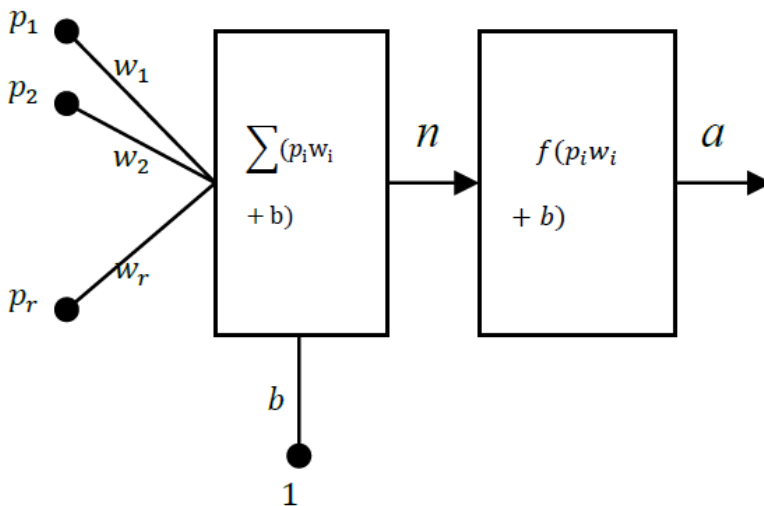


Figure1 – Neural neuron

Source: Abdipouret al. (2013) [1].

## 2. Why are artificial neural networks used for prediction

Artificial neural networks (Lipmann, 1987, [4]) are information processing systems used for simulation of human thinking. This thinking is based on the human brain function and activity, where historic data and paradigms of these data are used for learning. They have the following properties:

- they learn the relations between inputs and outputs;
- they are resistant enough to cope with data noises;
- they have a good ability to generalize. Unless they have not faced an exact example yet, they are able to estimate well;
- they are able to learn highly non-linear relations;
- they do not create any assumptions for further redistribution of training data.

## 3. The beginnings of neural networks

The development of neural networks is relatively long, however a high number of partial operations working without an algorithm enabling a neural network to adapt itself to solution of a particular problem is the most important ability. These are the basic neural networks:

- McCulloch, Pitts (1943) – Perceptron, Formal Neuron;
- Hebb (1948) – Hebb learning;
- Rosenblatt (1958) – Rosenblatt Perceptron;
- Widrow, Hoff (1960) – ADALINE (Adaptive Linear Neuron);
- Widrow (1962) – MADALINE (Multiple Adaptive Linear Element);
- Ivachnëenko (1968) – GMDH (Group Method of Data Handling);
- Minsky, Papert (1969) – book: Perceptrons;
- Fukushima (1978) – Neocognitron;
- Grossberg (1980) – ART (Adaptive Resonance Theory);
- Hopfield (1982) – Hopfield Network, Energetic Function;
- Kohonen (1982) – SOM (Self-Organizing Maps);
- Kirkpatrick (1983) – Simulated Annealing;
- Ackley, Hinton, Sejnowski (1985) – Boltzmann Machine;
- Parker, Le Cun (1985) – Backpropagation;
- Bromhead, Lowe (1988) – RBF (Radial Basis Function).

## 4. Results

Evidence of the use of artificial neural networks can be found in articles by authors like Luther (1998) [7], Nasiret al. (2000) [8], Shah and Murtaza (2000) [10], Anandarajan et al. (2001) [2], Mehrazin et al. (2013) [6], which try to predict the future development of companies in comparison with single-dimensional analyses, multiple discrimination analyses or probability conditioned models and the often compare the individual models of neural networks with modern hybrid neural networks.

Abdipouret al. (2013) [1] try to determine which of the neural network is the most reliable in bankruptcy prediction. For comparison they chose Kohonen's – Self-Organizing Map and a hybrid neural network MLP – ICA (Multi-Layered Perceptron) – (Imperialist competitive algorithm).

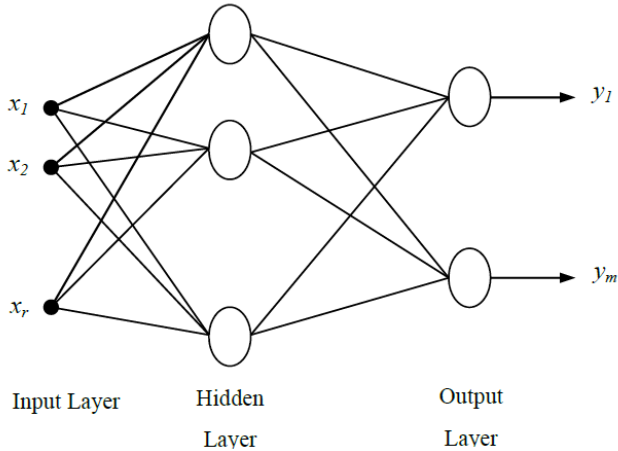


Figure 2 – A Multi-Layered Perceptron

Source: Abdipour et al. (2013) [1].

MLP can be expressed by the formula:

$$y = f_{out}(\vec{b}_{out} + f_h(\vec{b}_h + \vec{p}W_h)W_{out})$$

where  $p$  is the input vector,  $b_h$  is the preferred hidden layer,  $b_{out}$  is the output layer,  $W_h$  is the weight of the matrices in the hidden layer and  $W_{out}$  is the output layer weight,  $f_h$  is the activation function of a neuron in the hidden layer and  $f_{out}$  is the activation function of a neuron in the output layer and  $y$  is the network output vector.

The activation function uses the tangsig function in the middle layers, calculated as follows:

$$Y_i = \frac{2}{(1 + \exp(-2X_j)) - 1}$$

Sum of squared error is the performance indicator in training, i.e. the weight of matrices and preferred vectors should be updated to minimize the mean square error. See the following equation:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (T - Out_{Net})^2$$

Imperialist competitive algorithm (ICA) is a new algorithm in the field of evolution computations population-based on stochastic algorithm. The algorithm is inspired by imperialistic competition. It tries to present imperialistic social policy, to control more countries and to use their sources in which the colonies usually dominate.



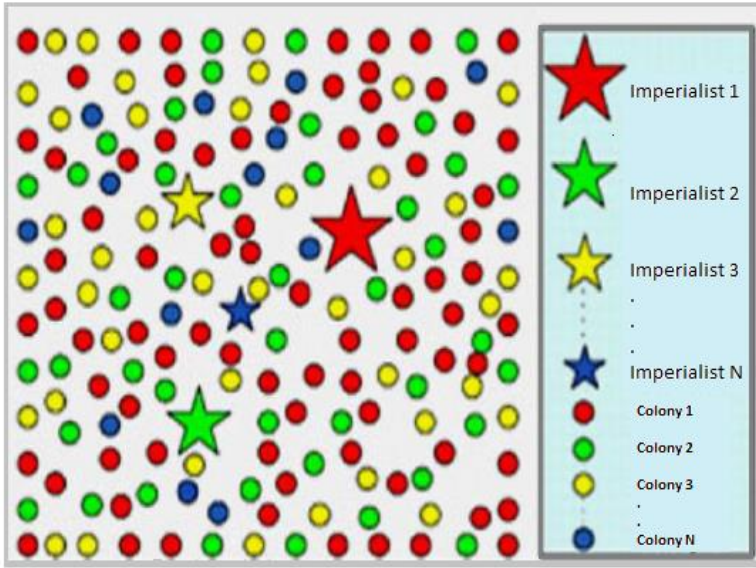


Figure 3 – Generating the initial empires

Source: Rajabioun at al. (2008) [7].

We understand from fig. 3 that the bigger the empire the higher the opportunity to own more colonies. The best countries are always chosen so as neural networks can be used as weight, this optimization process continues until the required accuracy level is reached. However other closing conditions like a definite number of iterations cannot be used.

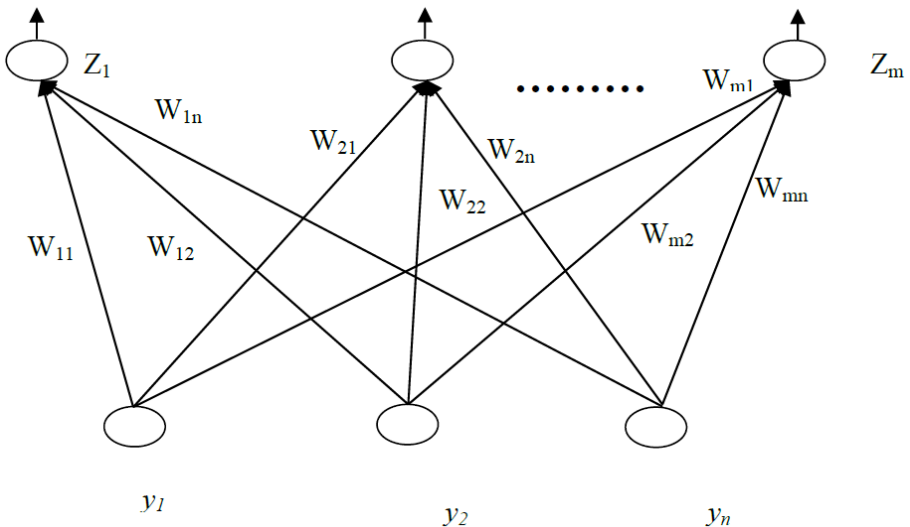


Figure 4 – Kohonen's Self-Organizing Map (KN)

Source: Abdipour at al. (2013) [1].

One-dimensional KN with input  $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)^T \in R^n$  and output  $z = (z_1, z_2, \dots, z_m)^T \in R^m$ . For the output neuron the  $z_i$ s given by the formula:

$$z_i = \sum_{j=1}^n w_{ij} y_j = w_i^T y$$

Where  $w_{ij}$  is the weight of  $w_{ij}$  and  $w_i = (w_{i1}, w_{i2}, \dots, w_{in})^T$  where  $i$  is vector weight. The output vector that is first determined for comparison of similarity between the input  $y$  and the weight of the vectors  $\{w_i, i = 1, \dots, m\}$  is the training winner. The weight of the vector of the winning neuron is then updated.

The common rate of similarity between the two vectors is Euclidean distance:

$$\prod_i = \|y - w_i\|^2$$

Where  $i$  is the intensity. Weights of vectors according to KN are updated as follows:

$$w_i^{new} = w_i^{old} + \eta(y - w_i^{old})\delta_i, \quad i = 1, \dots, m,$$

Where  $\eta, \eta > 0$  is the learning rate and  $\delta_i$  is the unit for the winning neuron, which has the lowest  $\prod_i$ , otherwise it is zero. The learning algorithm is reduced:

$$\begin{aligned} w_i^{new} &= (1 - \eta)w_i^{old} + \eta y \\ w_i^{new} &= w_j^{old}, \quad j = 1, \dots, m, \quad j \neq i \end{aligned}$$

## 5. Discussion

Abdipour et al. (2013) [1] tested the data by means of the following financial ratios:

- working capital/total assets,
- retained earnings/total assets,
- earnings before interest and taxes/total assets,
- exchange value equity/book value of total debt,
- sales/total assets.

The data the authors used for analysis are financial ratios of two years before bankruptcy of bankrupt companies and selection of healthy pairs. The classification is divided into two definition classes, 0 shows healthy companies and 1 shows bankrupt companies.

The example herein presented is a study based on information from 141 articles from the Iranian Commercial Bankruptcy Law and companies active at the Teheran Stock Exchange in the period 2001-2009. The authors present a lack of healthy companies in some smaller sectors and identification of a suitable pair as a drawback. They compensated for the drawback with healthy companies of the previous and the succeeding sectors.

Table 1 – The results obtained from testing KN and MLP-ICA networks

Model	Sum of prediction	Status	The number of correct predictions	The number of correct predictions	The errors type 1 and 2	The percentage of correct predictions	The error type 1 or 2
MLP-ICA	28	healthy	14	12	2	85.71%	14.29%
		bankrupt	14	11	3	78.57%	21.43%
		total	28	23	5	<b>82.14%</b>	<b>17.86%</b>
KN	28	healthy	14	10	4	71.42%	28.58%
		bankrupt	14	11	3	78.57%	21.43%
		total	28	21	7	<b>75%</b>	<b>25%</b>

Source: Abdipour at al. (2013) [1]

The results show that the application of neural networks has relatively good percentage expression of classification accuracy, however with regard to the total results the performance of the MLP-ICA network, where the prediction is accurate in 82.14% is more precise compared to the KN, where the prediction accuracy is 75%. The difference in prediction reliability between the individual neural networks is 7.14%.

## Conclusion

As mentioned in the introduction neural networks have wide application and they are more and more frequently used for bankruptcy prediction as they are more accurate than the obsolete one-dimensional analyses, multiple discrimination analyses or probability conditioned models. Neural networks are so popular for their ability to learn the relations between inputs and outputs, they are particularly resistant thanks to their ability to cope with data noises, they have good ability to generalize, they are able to learn highly non-linear relations and they do not create any conditions for further redistribution of training data. Neural networks are still developing and the new hybrid neural networks like MPL-ICA are much more accurate in data testing performance.

## REFERENCES

1. Abdipour, S., Nasser, A., Akbarpour, M., Parsian, H., & Zamani, S. (2013). Integrating neural network and colonial competitive algorithm: A new approach for predicting bankruptcy in tehran security exchange. *Asian Economic and Financial Review*, 3(11), 1528. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1417580195?accountid=133446>
2. Anandarajan, M., Lee, P., & Anandarajan, A. (2001). Bankruptcy prediction of financially stressed firms: An examination of the predictive accuracy of artificial neural networks. *International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 10(2), 69. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/214362995?accountid=133446>
3. Kohonen, T., (1988). *Self-organization and associative memory*. Berlin:Springer.
4. Lipmann, R.P. (1987) *An Introduction to Computing with Neural Nets*, IEEE ASSP Magazine, April, pp. 4-22.
5. Luther, R. K. (1998). An artificial neural network approach to predicting the outcome of chapter 11 bankruptcy. *The Journal of Business and Economic Studies*, 4(1), 57-73. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/235804669?accountid=133446>

6. Mehrazin, A., Taghipour, M., Froutan, O., Ghabdian, B., & Soleimani, H. (2013). Radial basis function in artificial neural network for prediction of bankruptcy. *International Business Research*, 6(8), 121-128.
7. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1431279111?accountid=133446>
8. Nasir, M. L., John, R. I., Bennett, S. C., Russell, D. M., & Patel, A. (2000). Predicting corporate bankruptcy using artificial neural networks. *Journal of Applied Accounting Research*, 5(3), 30-52. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1031187042?accountid=133446>
9. Ritter, H. and K. Schulten, (1988). Convergence properties of Kohonen topology conserving maps: Fluctuations, stability and dimension selection. *Biological Cybernetics*, 60(1): 59-71.
10. Shah, J. R., & Murtaza, M. B. (2000). A neural network based clustering procedure for bankruptcy prediction. *American Business Review*, 18(2), 80-86. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/216292621?accountid=133446>
11. Šnorek, Miroslav. *Neuronovésitě a neuropočítače (Neural Networks and Neurocomputers)*. 1st edition, Prague: ČVUT, 2002, 156 p. ISBN 80-01-02549-7.

*Стаття надійшла до редакції 05.08.2015*

УДК 330.142.005+004.622+504(477)

О.Г. РОГОЖИН, Є.В. ХЛОБИСТОВ, Є.О. ЯКОВЛЕВ

## ІНФОРМАЦІЙНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНИХ РЕСУРСІВ В УКРАЇНІ

***Анотація.** У статті розглянуто можливості технічної реалізації запропонованого авторами методичного підходу до здійснення економічної оцінки екологічних ресурсів шляхом врахування екологічної шкоди від негативних наслідків діяльності потенційно небезпечних господарських об'єктів (ПНО). Запропонована принципова схема регіональної оцінки екологічних ресурсів за реципієнтами еколого-економічних втрат від потенційних аварій на ПНО. Основу такої оцінки складає ітераційна процедура прогнозування імовірних зон ураження максимально можливими техногенними аваріями на кожному ПНО регіона. Для оцінки еколого-економічних збитків від забруднення довкілля ключовим фізичним параметром, за яким вимірюється шкода для основних природних компонентів, крім площі ураження, є середня концентрація небезпечної речовини в зоні ураження. На прикладі атмосферного повітря здійснено аналіз чинних методик математичного моделювання прогнозованої зони забруднення. Всі вони виявилися мало придатними на регіональному рівні оцінки. В рамках статистичного підходу довелося використати спрощені розрахункові схеми чисельної оцінки максимальних приземних концентрацій за віссю вітрового переносу забруднення.*

***Ключові слова:** екологічні ресурси, економічна оцінка, потенційно небезпечні об'єкти, техногенні надзвичайні ситуації, еколого-економічні збитки, моделювання зони ураження, прогнозування приземних концентрацій забруднення.*

### Вступ

Об'єктивною передумовою для розвитку в Україні «зеленої» (низьковуглецевої) економіки є жорсткий дефіцит вуглеводневих енергоносіїв власного виробництва та обмеженість їх доступних геологічних запасів. Однак ця передумова може розглядатися в контексті перспектив інвестування в альтернативні проекти тільки в разі, якщо рентабельність «зелених» виробництв буде більшою від аналогічних в «коричневій» (високовуглецевій) економіці.

Ця вимога спричинила те, що в усіх керівних документах ООН (ЮНЕП) з підтримки розвитку «зеленої» економіки акцентовано на політичних зусиллях задля її запровадження та на нормативній економіці. Зокрема, на вольовому введенні підвищеного «зеленого» тарифу для формування і захисту ринку продукції відновлювальної енергетики.

Однак в основу економічної концепції «зеленої економіки» покладені не політичні зусилля, а нове розуміння суспільної вартості та корисності природного, зокрема й екологічного ресурсу, який у постіндустріальну епоху стає капіталом (природним капіталом). Вона передбачає, що має відбутися максимізація корисності (цінності) екологічних ресурсів життєзабезпечення і природного відтворення, відповідних послуг і товарів.

Тобто для формування життєздатного «зеленого» сектора національної економіки необхідна ринкова капіталізація всіх відновлювальних і екологічних ресурсів (підтримки життя й відтворення природних ресурсів), що вимагає завершення процесів інвентаризації і економічної оцінки екологічних ресурсів як економічних активів збалансованого розвитку.

Для інституалізації оціночних процедур, серед інших організаційних зусиль, потрібно розробити і запровадити систему підтримки капіталізації зазначеної групи ресурсів, принципово відмінних від традиційних. Перешкоди на цьому шляху викликає те, що ціни на такі ресурси не можуть бути безпосередньо визначені світовим ринком (принаймні в наш час). Все ж капіталізація зазначених активів критично необхідна, оскільки без введення в економічну практику оцінок екологічних ресурсів більшість «зелених» галузей залишаться збитковими за визначенням.

Тому принциповою відмінністю архітектури інформаційної системи підтримки розвитку сегмента «зеленої» економіки є необхідність введення до її складу блоків інвентаризації та економічної оцінки екологічних ресурсів (екологічних активів). Ми зосередили увагу саме на цьому завданні. Воно виявилось зовсім не тривіальним, оскільки методи грошової оцінки екологічного ефекту розроблені недостатньо, а методологічні підходи залишаються дискусійними.

## **1. Можливий методичний підхід до економічної оцінки екологічних ресурсів**

Як засіб економічної оцінки земельних, водних, лісових, біологічних, а також мінерально-сировинних ресурсів здавна використовують кадастрові оцінки природно-ресурсних відносин з акцентом на довгострокову господарську ефективність їх використання. Однак через «поелементність» такі оцінки недостатні для створення інформаційної бази ринку власне екологічних послуг. Визначення екологічних ефектів потребує інтегрального врахування економічних взаємодій в системі природокористування від об'єкту до регіону або країни. Необхідно відобразити не лише традиційні рентні відносини, а й результати грошової оцінки асиміляційного потенціалу та виявлених взаємозалежностей між ринковою вартістю природних ресурсів і їх соціальним значенням. Тобто те, що становить природно-ресурсну складову потенціалу екологічно збалансованого регіонального розвитку.

Для оцінки складової екологічної збалансованості ми пропонуємо використати розрахунки заподіяної шкоди внаслідок господарської діяльності або нераціонального використання природних ресурсів. Тобто реалізувати підхід «оцінка від зворотного» – через врахування екологічної шкоди від небезпечних наслідків діяльності господарських об'єктів. Оскільки складовими екологічної шкоди від такої діяльності є: по-перше, поточні екологічні втрати (збитки) від їх функціонування у штатному режимі; по-друге, втрати від техногенних аварій та спричинених ними надзвичайних ситуацій (НС), що реально відбулися на зазначених об'єктах. Особливе еколого-економічне значення в цьому аспекті являють потенційно небезпечні об'єкти (ПНО) з високим рівнем екологічної шкоди та ризиком техногенних НС.

Згідно з концепцією екологічного ризику оцінюються потенційні екологічні втрати за весь період експлуатації ПНО і в штатному режимі, і від імовірних на них НС. На нашу думку, для такого розрахунку доцільно взяти до уваги гіпотетичні сценарії можливих техногенних НС, викликаних максимальними розрахунковими аваріями на ПНО. В умовах України такий підхід приваблює тому, що існує докладна методика оцінки збитків від НС природного і техногенного характеру, розроблена для колишнього МНС України і затверджена у 2003 р. (методика МНС-збитки [1]). У її складі розвинуто інструментарій, придатний, зокрема, і для визначення власне екологічних збитків.

Через це капіталізацію екологічних ресурсів в умовах України на стартовому етапі етапі розгортання інформаційної системи доцільно здійснювати саме на основі інтегральної оцінки потенційних екологічних втрат (збитків) по територіях (адміністративних одиницях) – як суму пооб'єктних потенційних збитків від ПНО, на них розміщених. Ми інтерпретуємо цю величину як мінімальну оцінку екологічних ресурсів зони впливу ПНО або відповідного регіона. Зрозуміло, що кожний ПНО, як і інші господарські об'єкти, у зоні свого екологічного впливу формують природно-техногенні системи, межі яких не збігаються з адміністративними границями. Однак апроксимацію еколого-економічних оцінок в розрізі адміністративних одиниць ми вважаємо практично прийнятною.

## 2. Уточнення предмету оцінки

Далеко не всі збитки від техногенних НС на ПНО, враховані у методиці МНС-збитки, належать до категорії екологічних. З 12 компонентів, визначених реципієнтами завдання шкоди, лише 7 (58%) стосуються втрат власне екологічних ресурсів:

- 1) втрати деревини та інших лісових ресурсів,
- 2) втрати рибного господарства,
- 3) знищення або погіршення якості рекреаційних зон,
- 4) забруднення атмосферного повітря,
- 5) забруднення поверхневих і підземних вод та джерел, внутрішніх морських вод і територіального моря,
- 6) забруднення земель несільськогосподарського призначення,
- 7) збитки, заподіяні природно-заповідному фонду.

Очевидно, що вилучення або порушення сільськогосподарських угідь та втрати тваринництва не стосуються екологічних втрат. Також очевидно, що принаймні п'ятий з наведених типів екологічних втрат потребує декомпозиції на забруднення окремо поверхневих, підземних і ґрунтових вод, морських вод (оскільки методика МНС пропонує для їх розрахунку різні алгоритми). І, відповідно, збільшення кількості реципієнтів екологічних втрат.

Згідно з версією Т.П. Галушкіної [2], значимими видами НС техногенного характеру (на відповідних ПНО) для формування екологічних збитків є: транспортні аварії; пожежі і вибухи; аварії з викидом токсичних, сильнодіючих отруйних речовин (СДОР), радіоактивних речовин (РР) і біологічно небезпечних речовин (БНР); аварії на комунальних системах життєзабезпечення; аварії на очисних спорудах; гідродинамічні аварії, включно з аварійним затопленням шахт і кар'єрів.

Ця класифікація потребує певної модифікації під задачу оцінки власне екологічних втрат та «механізмів» їх виникнення з урахуванням, по можливості, синергічних ефектів взаємодії техногенних факторів між собою і компонентами геосистем, а також їх впливу на активізацію небезпечних геологічних процесів. Зокрема, доцільно виокремити групи аварій з викидом СДОР на хіміко-небезпечних об'єктах (ХНО) за основними реципієнтами впливу викиду: атмосферний, у водойми, в ґрунти і ґрунтові води.

В результаті отримуємо типологію техногенних НС за характером негативного впливу на довкілля у категоріях екологічних втрат, що можуть бути оцінені за методикою МНС-збитки (табл. 1).

Таблиця 1 – Відмінності техногенних НС за характером потенційних екологічних збитків

Типи НС за впливом на довкілля	Реципієнти екологічних втрат								
	Лісові ресурси	Рибне госп-во	Рекреаційні зони	Забруднення:					Заповідний фонд
				атм. повітря	поверхневих вод	підземних вод	вод морів	не с/г земель	
Пожежі і вибухи	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Викид СДОР із ХНО: – атмосферний	+	–	+	+	+	–	–	+	+
– у водойми	–	+	+	–	+	+	+	–	+
– в ґрунт	+	+	+	–	+	+	–	+	+
– звалища твердих відходів	+	+	+	+	+	+	+	+	+
– шламонакопичувачі	+	+	+	–	+	+	–	+	–
– нафтопроводи	+	+	+	–	+	+	+	+	+
Викид радіоактивних речовин	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Викид біологічних речовин	+	+	+	+	+	–	+	–	+
Аварії на каналізаційних спорудах	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Аварії на тепломережах і водогонах	–	–	+	–	–	+	–	–	–
Аварії на комунальних газогонах	+	–	+	+	–	–	–	+	–
Гідродинамічні аварії	+	+	+	–	+	+	+	+	+

### 3. Вимоги до розробки інструментарію оцінки екологічних ресурсів

Всі екологічні ресурси територіально розподілені, тому виникає необхідність використання інструментів геопросторового аналізу. Тобто створення програмного комплексу економічної оцінки екологічних ресурсів регіону за



принципом «від зворотного», в силу їх геопросторової специфіки, доцільно в середовищі геоінформаційної системи (ГІС). На нашу думку, зазначений програмний комплекс має забезпечувати виконання таких основних функцій (рис. 1):

- формування і оновлення бази даних вхідної інформації для оцінки;
- вибір регіону, де здійснюється оцінка;
- актуалізація електронної топографічної основи з необхідним тематичним навантаженням;
- ітераційна процедура перебору всіх ПНО в регіоні із наступним:
  - а) пооб'єктним вибором ПНО та сценарію розрахункової аварії на ньому із визначенням реципієнтів негативного впливу на довкілля,
  - б) пооб'єктним просторовим ГІС-прогнозом зони ураження / забруднення для кожного виду реципієнтів негативного впливу на довкілля,
  - в) вибором необхідних нормативів еколого-економічних втрат для кожного виду (і категорії) реципієнтів негативного впливу,
  - г) пооб'єктним розрахунком потенційних еколого-економічних втрат для кожного виду реципієнтів негативного впливу на довкілля,
  - д) збереженням вхідних даних і результатів розрахунків у базі даних;
- розрахунок суми потенційних еколого-економічних втрат в регіоні (всього, за видами реципієнтів негативного впливу, за типами НС та ПНО).

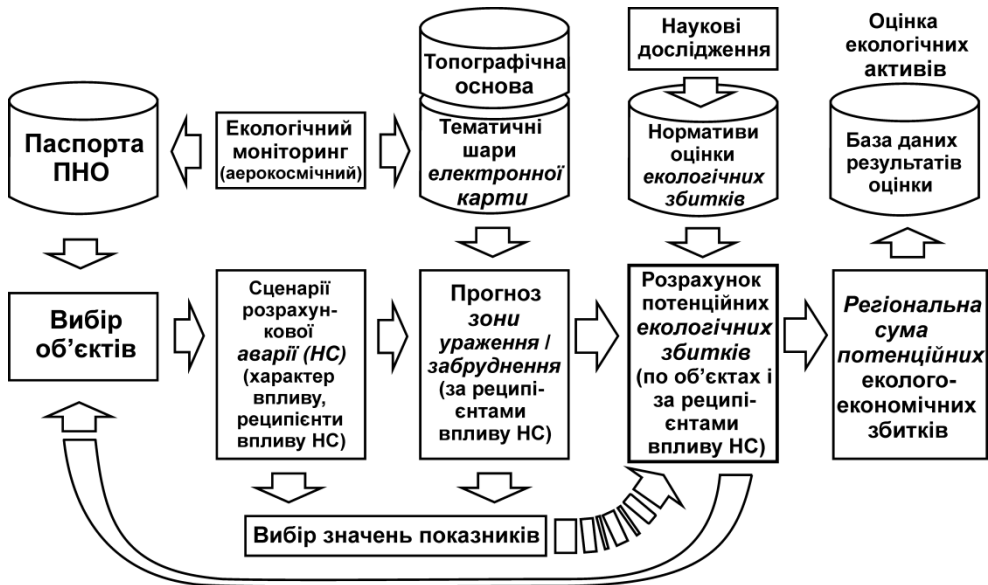


Рисунок 1 – Принципова схема оцінки екологічних ресурсів регіону методом «від зворотного»

Електронна картографічна основа для територіальної оцінки має бути крупномасштабною (не дрібніше 1:50000) і забезпечувати відображення основних технологічних і екологічних елементів ПНО та розрахунок площ: міської забудови, сільської забудови, водних об'єктів за категоріями призначення та рибогосподарським значенням; рекреаційних зон, заповідних об'єктів та земель не с/г призначення за категоріями; поширеності типів

грунтів за механічним складом; лісів за групами лісових угідь та типами лісорослинних умов тощо.

#### 4. Перешкоди для практичного використання методики МНС-збитки

Алгоритми оцінки, використані в методиці МНС-збитки, далеко не бездоганні. Їх вхідні показники орієнтовані на інформаційне забезпечення даними, зібраними в процесі аналізу наслідків реальних НС. Самі алгоритми відзначаються різним ступенем формалізації. Для деяких видів екологічних втрат потрібні суб'єктивні експертні оцінки фахівців (зокрема, для збитків рибного господарства, рекреаційних зон, заповідного фонду).

Водночас, наша спроба використати методику МНС-збитки для регіональної оцінки потенційних еколого-економічних збитків на прикладі аварій із залповим викидом СДОР в атмосферу доводить, що за своєю структурою вона може бути пристосована (із певними модифікаціями) і для оцінки наслідків гіпотетичних техногенних НС. Уточнення і зміни стосувалися, зокрема, врахування специфіки територіального аналізу у ГІС-середовищі та використання виключно тих даних, що містяться в офіційній документації – паспортах ХНО.

У загальному випадку для здійснення територіальних оцінок екологічних втрат необхідно знати дві основні групи параметрів – уражена / забруднена площа (із поділом на відповідні категорії за видами і якісними характеристиками реципієнтів негативного впливу на довкілля) та нормативи цінності еколого-економічних втрат для кожної значимої категорії угідь (екологічних ресурсів).

Однак в методиці МНС-збитки такого підходу цілком дотримано тільки для порушення/знищення лісових угідь, рекреаційних зон, об'єктів природно-заповідного фонду.

Для оцінки втрат від забруднення атмосферного повітря, водойм і морів, ґрунтів, ґрунтових вод та несільськогосподарських земель недостатньо даних про речовину, масу викиду, площу й конфігурацію. Потрібно знати середню концентрацію забруднюючої речовини в зоні ураження певної складової довкілля. Така концентрація легко вимірюється під час реальної НС, однак не завжди може бути чисельно розрахована для гіпотетичних аварій, тобто в процесі оцінки екологічних ресурсів методом «від зворотного», особливо в умовах зміни механізмів міграції забруднень в компонентах геосистем.

Ми зіштовхнулися з цією проблемою, розробляючи програмний комплекс для розрахунку еколого-економічних збитків від залпового атмосферного викиду СДОР на ХНО на основі методик МНС. Оскільки чинна методика для визначення можливої і прогнозованої зон забруднення від залпового викиду СДОР на ХНО не передбачає розрахунку концентрації токсичної речовини в зоні забруднення [3].

Проте, збитки від забруднення атмосферного повітря методика МНС-збитки пропонує розраховувати із врахуванням приземних концентрацій забруднюючої речовини (для територій населених пунктів у зоні забруднення) [2]:

$$A\phi = M_i \cdot \Pi_i \cdot (10/\Gamma ДК_i) \cdot (K_{нас} \cdot K_{\phi}) \cdot (q_i/\Gamma ДК_i), \quad (1)$$

де:  $M_i$  – маса  $i$ -ої забруднюючої речовини, що була викинута в повітря (тонн);

$\Pi_i$  – базова ставка компенсації збитків у частках мінімальної заробітної плати за одну тонну умовної забруднюючої речовини (гривень/тонну);

$ГДК_i$  – гранично допустима концентрація  $i$ -ої забруднюючої речовини, ( $мг/м^3$ );

$K_{нас}$  – коефіцієнт, що залежить від чисельності мешканців населеного пункту;

$K_\phi$  – коефіцієнт, що враховує господарське значення населеного пункту;

$q_i$  – середня приземна концентрація  $i$ -ої забруднюючої речовини ( $мг/м^3$ ).

Тому для того, щоб орієнтовно розрахувати такі збитки у найпершому наближенні, довелося застосувати підхід на основі нормативів питомих економічних збитків на одиницю маси викиду [2], рівномірно «розмазаного» по зоні забруднення, що надмірно узагальнює оцінку і не може бути визнане задовільним результатом.

Варіанти методик розрахунку поширення забруднень в атмосфері.

Як зазначають В.Є. Бекетов та інші [4], існують два основні підходи до прогнозування забруднення атмосфери: на основі результатів математичного моделювання процесів (імітаційний) та статистичної обробки даних емпіричних спостережень і натурних експериментів (статистичний).

Імітаційний підхід до прогнозування забруднення атмосфери полягає в математичному моделюванні процесу дифузії в атмосфері з допомогою рівняння турбулентної дифузії. Задача просторового прогнозування забруднення зводиться до розв'язання (за певних початкових і граничних умов) зазначеного рівняння, яке в декартовій системі координат набуває вигляду:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} + w \frac{\partial C}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} k_x \frac{\partial C}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} k_y \frac{\partial C}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} k_z \frac{\partial C}{\partial z} - aC \quad (2)$$

де:  $C$  – концентрація домішки забруднюючої речовини;

$t$  – час;

$x$  – координати за повздовжною віссю поширення викиду (горизонтальною);

$y$  – координати за бічною віссю поширення викиду (горизонтальною поперечною);

$z$  – координати за вертикальною віссю поширення викиду;

$u$  – середня швидкість горизонтальної дифузії (обміну) домішки;

$v$  – середня швидкість бічної дифузії домішки;

$w$  – середня швидкість вертикальної дифузії домішки;

$k_x, k_y, k_z$  – коефіцієнти дифузії по зазначених осях;

$a$  – коефіцієнт, що відображає зміни концентрації за рахунок зменшення домішки через хімічне перетворення чи осідання.

Якщо вісь  $x$  збігається із напрямом середньої швидкості вітру, то  $v = 0$ . Якщо домішка легка і не осідає під впливом гравітаційних сил (тобто газоподібна або дрібнодисперсна), то  $w = 0$ . За наявності вітру по осі  $x$  дифузійний потік значно менше конвективного, тому величину  $k_x$  припустимо не враховувати. Зміни концентрації в атмосфері зазвичай мають

квазістаціонарний характер, через що приймається  $\frac{\partial C}{\partial t} = 0$ . Тому для більшості СДОР рівняння (2) спрощується до вигляду:

$$u \frac{\partial C}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial y} k_y \frac{\partial C}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} k_z \frac{\partial C}{\partial z} - aC \quad (3)$$

Практично важливо знати концентрації в приземному шарі повітря до  $5 \div 100$  м. Тому аналітичний розв'язок рівняння дифузії зазвичай здійснюють для наземної концентрації  $C_m$  (коли  $z = 0$ ), легкої домішки, що зберігається ( $w = a = 0$ ) і умов приземного шару повітря, де, як показали численні емпіричні дослідження, горизонтальна швидкість є логарифмічною функцією висоти, а коефіцієнт дифузії – пропорційний висоті (тобто коли  $u$  і  $k_z$  є степеневими функціями від  $z$ :  $u = u_1 z_n$ ;  $k_z = k_1 z$ ). Причому на поверхні землі граничне значення  $k_z \approx k_0$  (близьке до коефіцієнту молекулярної дифузії в повітрі) [5]:

$$C = \frac{M}{2(1-n)k_1 \sqrt{\pi k_0} x^3} e^{\frac{u_1 H^{1+n}}{(1+n)^2 k_1 x} - \frac{y^2}{4k_0 x}} \quad (4)$$

де:  $M$  – викид речовини з джерела в одиницю часу, мг/с;

$H$  – висота джерела викиду, м.

З цього розв'язку випливає, що особливістю розподілу приземних концентрацій за віссю  $x$  є наявність максимального значення  $C_m$  на відстані  $x_m$  від джерела. Саме цей екстремум особливо важливий як орієнтир для максимальної оцінки завданої шкоди.

Однак розрахунок за формулою (4) надто громіздкий і потребує попереднього оцінювання швидкості й коефіцієнтів дифузії.

Методика для цивільних інженерів-практиків. На основі «імітаційного» підходу Держкомгідрометом СРСР була розроблена методика ОДН-85 для розрахунку забруднення атмосфери з урахуванням розсіяння в повітрі. Нею досі користуються для технічного обґрунтування проектів окремих виробничих об'єктів та розрахунку гранично допустимих викидів (ГДВ). Ця методика розглядає сценарії неперервного викиду з піднятої над поверхнею землі труби із круглим чи прямокутним устям викиду або з лінійного джерела. Вона орієнтована на ситуацію штатного (фонового) забруднення і на визначення максимальних приземних концентрацій  $C_m$  (мг/м<sup>3</sup>) за несприятливих метеорологічних умов на відстані  $x_m$  (м) за низкою формул і графіків. Зокрема, для круглого устя викиду (труби) у [5] наведена така базова формула:

$$C_m = \frac{AMFm\eta}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}} \quad (5)$$

де:  $A$  – коефіцієнт, залежний від температурної стратифікації атмосфери (160-200 для території України);

$M$  – маса речовини, що викидається в атмосферу за одиницю часу (г/с);  
 $F$  – коефіцієнт, що враховує швидкість осідання речовини викиду в повітрі ( $F = 1$  для газів та дрібнодисперсних аерозолів за відсутності очистки);  
 $t$  і  $n$  – коефіцієнти, що враховують умови виходу газової суміші з устя труби (визначаються за спеціальними емпіричними формулами);  
 $H$  – висота устя труби над рівнем землі (м, для наземних джерел приймається  $H = 2$  м);  
 $\eta$  – коефіцієнт для врахування рельєфа місцевості ( $\eta = 1$  за перепаду висот до 50 м на 1 км);  
 $\Delta T$  – різниця між температурою газової суміші  $T_g$  і температурою повітря  $T_v$  ( $^{\circ}\text{C}$ , для  $T_v$  приймається середня максимальна температура найжаркішого місяця);  
 $V_1$  – витрати газової суміші ( $\text{м}^3/\text{с}$ ),  $V_1 = \pi D^2 \omega_0 / 4$ ; де:  
 $D$  – діаметр устя труби (м);  
 $\omega_0$  – середня швидкість виходу газової суміші з устя труби (м/с).  
Відстань  $x_m$  (м) від джерела викиду до точки досягнення максимальної концентрації за віссю факела викиду з урахуванням швидкості вітра  $u$  (м/с) визначається у [5] за формулою:

$$x_{mi} = p \left( \frac{5 - F}{4} d H \right) \quad (6)$$

де:  $d$  і  $p$  – коефіцієнти, які знаходять за спеціальними формулами, попередньо визначаючи небезпечну швидкість вітру  $u_m$  на рівні флюгера (10 м) та інші параметри.

Так само, шляхом введення додаткових коефіцієнтів  $s_1$ ,  $s_2$ ,  $s_z$ ,  $r$ , залежних від швидкості вітру та інших параметрів, розраховуються приземні концентрації на будь-яких відстанях від джерела за вітровою  $c$ , поперечною  $c_y$  і вертикальною  $c_z$  осями факела викиду, відповідно:

$$c = s_1 C_m; \quad c_y = s_2 c; \quad c_z = r C_m s_z s_2.$$

Тобто «імітаційний» підхід і практичні методики, розроблені на його основі, крім громіздкого аналітичного апарату, потребують знання численних технічних і погодно-кліматичних параметрів, прив'язаних до конкретних об'єктів і ситуацій. Однак ці дані відсутні в паспортах ХНО і їх важко отримати з інших джерел на регіональному рівні оцінки еколого-економічних збитків, коли потрібна інформація про сотні об'єктів.

Статистичний підхід до прогнозування забруднення атмосфери. Управління з охорони навколишнього середовища США (US Environmental Protection Agency) використовує для моделювання розсіювання забруднень в атмосфері статистичну теорію [4]. Всі моделі оцінки такого розсіювання зводяться до одної функції розподілу концентрації забруднення – Гауссового розподілу (оскільки дрібні частки і гази розсіюються в атмосфері за законами нормального розподілу). Тобто осідання і хімічне перетворення вважаються не суттєвими.

Виходячи з того, що викид поширюється вздовж осі  $x$ , базове рівняння в Гауссовій теорії розсіювання набуває вигляду:

$$C(x, y, z, H) = \frac{M}{\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp \left[ - \left( \frac{-y^2}{2\sigma_y^2} \right) \right] \left\{ \exp \frac{-(z-H)^2}{2\sigma_z^2} \left[ \frac{-(z-H)^2}{2\sigma_z^2} \right] + \exp \left[ \frac{-(z+H)^2}{2\sigma_z^2} \right] \right\}, \quad (7)$$

де:  $C$  – концентрація ( $\text{г/м}^3$ ) у певній точці з координатами  $x$ ;  $y$ ;  $z$ ;

$M$  – потужність викиду ( $\text{г/с}$ ), приймається постійною;

$H$  – ефективна висота джерела викиду (сума висоти труби і начального підйома струменя викиду),  $\text{м}$ ;

$\bar{u}$  – середня швидкість вітру ( $\text{м/с}$ ), приймається незмінною;

$\sigma_y$  – коефіцієнт бічної (поперечної) дифузії (горизонтальне стандартне відхилення);

$\sigma_z$  – коефіцієнт вертикальної дифузії (вертикальне стандартне відхилення).

Тобто розсіяння у горизонтальній і вертикальній площинах в рамках статистичного підходу описується стандартними відхиленнями нормального розподілу концентрацій  $\sigma_y$  і  $\sigma_z$  (вздовж осей  $y$  і  $z$ , відповідно). Причому враховується відбиття струменя від поверхні землі без осадження або взаємодії речовини викиду з поверхнею.

Для визначення концентрації у поверхні землі (приземної концентрації) вздовж осі викиду (координати  $z = 0$ ,  $y = 0$ ) рівняння (7) набуває вигляду:

$$C(x, 0, 0, H) = \frac{M}{\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp \left( \frac{-H^2}{2\sigma_z^2} \right). \quad (8)$$

У поверхні землі для наземного джерела ( $z = 0$ ,  $y = 0$ ,  $H = 0$ ):

$$C(x, 0, 0, 0) = \frac{M}{\pi u \sigma_y \sigma_z}. \quad (9)$$

Для практичного використання наведених рівнянь у кожному конкретному випадку доводиться попередньо визначити  $\sigma_y$  і  $\sigma_z$  за емпірично розрахованими діаграмами, що вкрай обтяжливо в разі оцінок регіонального рівня. Крім того, необхідно мати явне відображення залежності концентрації від відстані за вітровою віссю викиду.

Практичні похідні статистичного підходу. Застосувавши статистичний підхід для розсіяння радіоактивних речовин, В.Ф. Козлов [6] навів дещо змінену загальну формулу для середньої приземної концентрації  $\bar{C}$  від неперервно діючого джерела викиду (викид триває від 20 хвилин до кількох годин), піднятого над поверхнею землі на висоту  $H$ :

$$\bar{C} = \frac{Q}{\pi \sigma_y \sigma_z u} \exp \left[ - \frac{y^2}{2\sigma_y^2} + \frac{H^2}{2\sigma_z^2} \right], \quad (10)$$

де:  $Q$  – потужність джерела (постійна швидкість викиду), Бк/с;

$\bar{u}$  – середня швидкість вітру, м/с;

$y$  – відстань упоперек вітру (ширина зони забруднення), м;

$H$  – висота викиду над землею поверхнею, м;

$\sigma_y, \sigma_z$  – коефіцієнти дисперсії Гауссового розподілу за турбулентної дифузії у поперечних до вітру напрямках (горизонтальному  $y$  і вертикальному  $z$ ), м;

Для довготривалих викидів швидкість вітру апроксимується кліматичними даними, що необхідно і на регіональному рівні оцінки збитків. У [6] – шляхом введення в рівняння (10) множника, що відображає багаторічну статистику частоти напрямів вітру за секторами рози вітрів:

$$\bar{C} = \left(\frac{2}{\pi}\right)^{1/2} \frac{0,01fQ}{\sigma_z \bar{u} (2\pi x / n)} \exp\left(-\frac{H^2}{2\sigma_\theta^2}\right), \quad (11)$$

де:  $\bar{C}$  – середня приземна концентрація (Бк/с);

$x$  – відстань по вітру від місця викиду на час  $t$ , м;

$n$  – кількість румбів «рози вітрів» (8 або 12 секторів з кутом  $45^\circ$  або  $30^\circ$  кожний);

$2\pi x / n$  – ширина сектора (румба); при  $n = 8$  ширина сектора  $\approx 0,785x$ ;

$f$  – частота напрямів вітру в секторі з найбільшою частотою за розою вітрів, %;

$\sigma_\theta$  – стандартне відхилення горизонтального напрямку вітру, град.

Причому для наземного викиду експоненційний член рівняння зникає.

Максимальна приземна концентрація у зоні забруднення у визначається як:

$$\bar{C} = \frac{2Q}{e\pi \bar{u} H^2 (\sigma_y / \sigma_z)}, \quad (12)$$

Величини  $\sigma_y, \sigma_z$  та  $\sigma_\theta$  визначені у [6] на основі емпіричних поправок Паскуїла, пов'язаних з шістьма основними категоріями умов стійкості погоди, у спеціальних графіках для відстаней до 100 км (за умови неперервного викиду і однорідно рівної поверхні).

Для максимальної оцінки середньорічних приземних концентрацій пропонується застосувати метод «огиначаючої» максимумів цих графіків, розрахованих для різних категорій стійкості погоди. Тобто виходити з припущення про одночасне існування із 100% повторюваністю всіх категорій стійкості погоди протягом року, що спрощує формулу (11) до:

$$\bar{C} = \frac{0,01fn}{u(4\pi Hx)}. \quad (13)$$

Хоч за формулами (11) і (13)  $f$  і  $\bar{u}$  припустимо розраховувати для будь-якого сектора рози вітрів, ми вважаємо, що для потреб оцінки еколого-

економічних збитків слід брати до уваги лише сектори переважаючих вітрів (для літнього і зимового періодів).

Оцінки за формулою (13) призводять до суттєвого завищення концентрації порівняно з реальними значеннями. Наші пробні розрахунки показали, що відбувається завищення у 10÷100 разів порівняно з результатами за формулою (11).

Таке завищення спонукало випробувати підхід Є.О. Яковлева щодо спрощеного моделювання концентрацій  $C_i$  у зоні забруднення за вітровою віссю викиду після досягнення точки максимальної концентрації, що виходить з факту логнормального розподілу концентрацій за вітровою віссю (рис. 2):

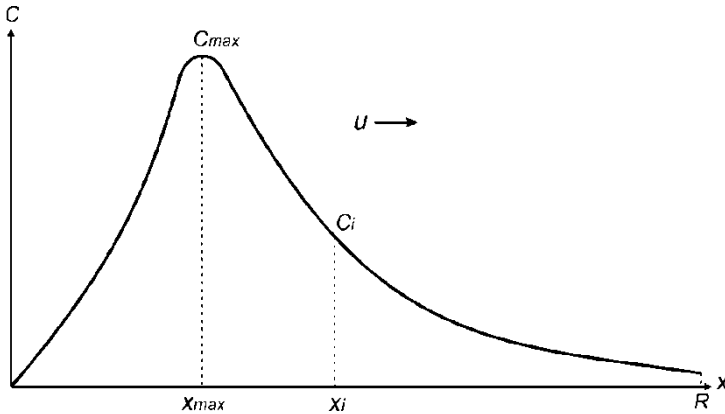


Рисунок 2 – Форма профілю концентрацій забруднення  $C$  за вітровою віссю викиду  $x$

$$C_i = \frac{C_{\max}}{\ln(R/x_{\max})} \ln(R/x_i), \quad (14)$$

де:  $C_{\max}$  – максимальна приземна концентрація в зоні забруднення за віссю викиду;

$x_{\max}$  – відстань до точки досягнення максимальної концентрації за віссю викиду;

$R$  – максимальна відстань, на яку здійснюється оцінка концентрації (100 км);

$x_i$  – відстань, на якій здійснюється розрахунок концентрації.

Залежність (14), відображена на рис. 3, важлива для визначення пунктів моніторингу зменшення концентрації  $\Delta C$  у ґрунтах, де фонові забруднення накопичуються внаслідок випадінь пилових часток з атмосферних викидів. Це підвищує обґрунтованість картографічного відображення поля геохімічного забруднення ландшафта. Кількість випадінь  $dQ$ , накопичена на поверхні ґрунту від залпового викиду (за час  $dt$ ) з урахуванням часткового розпаду або міграції  $\alpha$ , складе:  $dQ = C_i(1 - \alpha)^t dt$ .



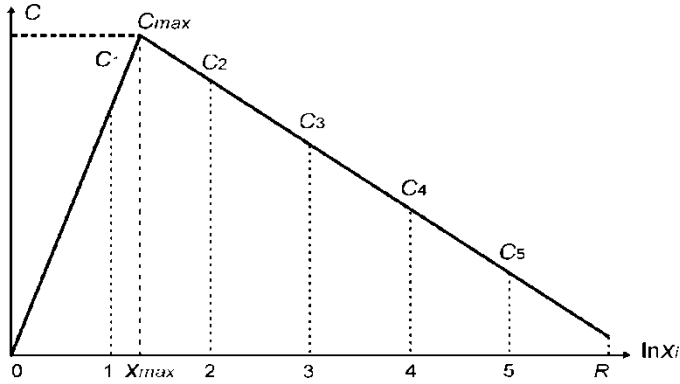


Рисунок 3 – Профіль концентрації забруднення C у логарифмічній шкалі

За тривалий проміжок часу T сумарне випадіння забруднень з приземного шару повітря та його накопичення на поверхні ґрунту становитиме:

$$Q = \int_0^T C_i (1 - \alpha)^t dt = C_{\max} T (1 - \alpha)^T \quad (15)$$

Пробні розрахунки за формулою (14) показали близькість до результатів за формулою (13) за порядком чисел та значенням. Водночас спрощена формула (14) потребує попереднього визначення відстані і значення максимальної приземної концентрації забруднення, розрахованих, наприклад, за формулою (12), що повертає нас у вихідну точку через необхідність знання параметрів  $\sigma_y$  і  $\sigma_z$ .

Тому для розрахунку збитків від забруднення атмосфери за формулою (1) на регіональному рівні залишається використовувати орієнтовні величини приземних концентрацій забруднюючих речовин за формулою (13) у двох варіантах: максимальна оцінка із знижуючим коефіцієнтом 0,1 і мінімальна оцінка із коефіцієнтом 0,01.

Такий розрахунок дає змогу оцінити середні приземні концентрації у сегментах сектора зони забруднення із заданим кроком за вітровою віссю викиду на відстані до 100 км без врахування бокового розсіювання як середнє двох значень, що є припустимою апроксимацією на регіональному рівні. У зазначених сегментах визначаються населені пункти, які туди потрапляють. Розрахунок збитків від атмосферного забруднення здійснюється за методикою МНС-збитки (формула (1) у розрізі цих сегментів з урахуванням типу поселення (місто, село або с.м.т.) та кількості населення в них послідовно для основних видів СДОР (по кожному виду речовини – окремий розрахунок) із наступним підсумовуванням результату по всій зоні забруднення.

## Висновки

1. В умовах недостатньої розробленості методології еколого-економічних оцінок на регіональному рівні ми пропонуємо реалізувати опосередкований підхід до її здійснення «від зворотного» – шляхом визначення суми

потенційних еколого-економічних втрат від імовірних техногенних НС на всіх ПНО в межах досліджуваного регіону.

2. Перспективність реалізації такого підходу в Україні обумовлена високою щільністю ПНО, їх паспортизацією та наявністю офіційно затвердженої методики із визначення економічних збитків від НС (МНС-збитки), яка може бути модифікована під задачу оцінки еколого-економічних втрат від гіпотетичних аварій на небезпечних об'єктах.

3. Регіональна оцінка потребуватиме ітераційної процедури пооб'єктних розрахунків із прогнозуванням зон забруднення для великої кількості ПНО та накопиченням результатів за реципієнтами екологічних втрат. З огляду на необхідність обробки великих масивів інформації таке завдання може бути реалізовано лише у складі повнофункціонального програмного комплексу.

4. Вхідними даними для таких розрахунків мають бути: база даних паспортів ПНО; база даних кліматичних, гідрологічних, гідрогеологічних і літологічних параметрів; крупномасштабна топооснова; тематичні шари електронної карти із визначенням контурів всіх необхідних характеристик; база даних нормативів оцінки еколого-економічних втрат.

5. Причому при практичному застосуванні методики МНС-збитки виникає проблема чисельного прогнозування концентрацій СДОР у зонах забруднення атмосфери, водойм і ґрунтових вод в ітераційному режимі для великого числа об'єктів.

6. Для умов регіональної оцінки збитків від забруднення атмосфери внаслідок НС на ХНО доводиться оцінювати приземні концентрації за спрощеною схемою, оскільки методика ОНД – 86 виявилася мало придатною через брак даних, необхідних для розрахунків.

## **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Методика оцінки збитків від надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру (Затверджена Постановами Кабінету Міністрів України № 175 від 15.02.2002 р. та № 862 від 04.06.2003 р.)
2. Галушкіна Т.П. Економіка природокористування. Навчальний посібник. – Харків: Бурун Книга, 2009. – 480 с. – С. 260–261.
3. Методика прогнозування наслідків виліву (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті. – К.: Наказ Міністерства з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, Міністерства аграрної політики, Міністерства економіки, Міністерства екології і природних ресурсів 27.03.2001 р. № 73/82/64/122.
4. Бекетов В.Е., Евтухова Г.П., Коваленко Ю.Л. Рассеивание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и методики расчета приземных концентраций / Конспект лекций. – Харьков, ХНАГХ, 2011. – 74 с.
5. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД – 86. Госкомгидромет. Л. – 1987.
6. Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 192 с.

*Стаття надійшла до редакції 30.07.2015*

# МАТЕМАТИЧНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ В ЕКОНОМІЦІ

UDK 330.101

V. YEFIMOV

## ON PRAGMATIST INSTITUTIONAL ECONOMICS

***Abstract.** There are two logics of the functioning of science as an institution: the logic of production and dissemination of knowledge oriented to solve existing socio-economic problems and the logic of survival of members of the profession. These two logics could contradict each other. The first logic corresponds to the fulfilment by the science of its social task. The second corresponds to aspirations of members of any social organism to survive as members of this organism. To our mind Pragmatist Institutional Economics can fulfil successfully its social task but could have enormous problems to become a normal science in the sense of Thomas Khun. Economic realities are very complex, determined to a large degree by cultural heritage but at the same time very dynamic. Knowledge concerning these realities for different countries, and even for different regions and different economic sectors inside the same countries, in different periods of time can hardly be presented on the basis of the same categories. It means that communication between members of the modern community of academic economists, which is to a great extent international, is difficult. In this situation advantages for career oriented academic economists for the creation of their professional communities on the basis of Cartesianism rather than Pragmatism are obvious. This paper is an appeal to economists to adopt the pragmatist method which, in its modern form related to social sciences, is Qualitative Research.*

***Keywords:** Cartesianism, positivism, pragmatism, subject-matter of pragmatist institutional economics, method of pragmatist institutional economics, theorising in pragmatist institutional economics, experimenting in pragmatist institutional economics.*

## Introduction

The movement of New Institutional Economics – NIE – [28, 50], born in the seventies, followed the Institutional Economics of John R. Commons (1934a) by putting the notion of «transaction» in the centre of its study. The seventies were a period of appearance of an absolute authority of neoclassical economics with its hypothetico-deductive (Cartesian and positivist) methodology and the NIE followed this methodology. Most of the participants of this movement believed that

their field could just be an extension of the mainstream economics and that they could use similar quantitative techniques. The NIE was assimilated by many of the members of its community to «transaction costs economics». In this way they have distorted totally the initial design of Commons' institutional economics who saw the transaction as a unit of activity common to law, economics and ethics [9]. Instead of Cartesian analytic philosophy, which is the philosophical foundation of neoclassical economic theory, he based his institutional economics on pragmatist philosophy of Charles S. Peirce and John Dewey. As Philip Mirowski has noted «these two traditions have a profound conflict over their respective images of a «science», and therefore profoundly incompatible images of «economic man» and «rationality» [53]. Commons used the pragmatism as a model of human behaviour and as a method of research. If the former becomes more and more popular, the latter is ignored or rejected by the majority of modern institutionalists, either advocates of new or old institutional economics. It happens because at present the hypothetico-deductive thinking dominates almost the totality of the community of academic economists.

Social science thought flows based on Pragmatism, Institutionalism in economics and Chicago school in sociology [88], were very influential in the United States between two wars. Later their influence fell and empirical research in economics based on pragmatism almost disappeared. Beginning from the second half of the 20th century the American Institutionalism only attracted the attention of historians of economic thought and specialists in economic methodology. Some of them made an outstanding contribution to the understanding of its pragmatist nature [71, 53, 7, 13, 3], but many others did not share pragmatist views of Commons. They concentrated on developing theoretical notions using as main references writings of founders (Veblen, Commons, Mitchell). Geoffrey Hodgson, one of the leaders of this stream, has taken a militant anti-empiricist position by declaring that empirical evidence has only residual importance in economic research [37]. Most of modern advocates of old institutional economics are out of touch of real economic problems and empirically oriented Commons is criticised as a poor theorist [39]. Most members of this community are not doing any empirical studies themselves and even their theoretical considerations usually appeal exclusively to theoretical considerations of others and not to any results of empirical studies.

Many modern institutional economists criticise Old Institutional Economics for its descriptive character and lack of rigorous and systematic theory. Pragmatically oriented sociologists developed a method called Grounded Theory [29, 86, 47], which reconciles description and theorising. Empirical research in the framework of this method is used not to test theories or hypotheses created before its start but to create concepts, theories and hypotheses deeply rooted in the collected data. Grounded Theory is the most sophisticated method entering the set of pragmatically oriented social research methods called Qualitative Research [18, 70]. One of them is case study method, another one is a method of field experiments called Action Research [32, 87, 72] which has large applications in the study of organisations. Pragmatist economic laboratory experiments based on gaming-simulation [31, 100] could oppose neoclassical experimental economics. Grounded Theory, Action Research as Qualitative Research in general and laboratory gaming-simulation experiments can be used for economic research. The aim of this paper is to attract the attention of economists to the tremendous unused

potential of the application of pragmatist methodology. The paper discusses the pragmatist methodology and techniques from an institutional economist point of view. The paper is based on a personal experience of the author in application of these methodology and techniques for economic institutional investigations [101-104].

## **1. Pragmatism versus Cartesianism and positivism**

Descartes was very suspicious to results of observations. He was sure that the senses deceive us and all the things that we see are false. He appealed to doubt in everything. At the same time he was convinced that where the senses fail, the mind triumphs. It influenced very negatively a vision of science: «Cartesianism destroyed the balance which underlies true science: the balance between thinking and observing, deduction and induction, imagination and common sense, reflection and action, reason and passion, abstract thinking and realism, the world within and the world without the mind. Under the impact of Cartesianism the second element of the equation was sacrificed to the first [...] Descartes' epistemological reflections opened an era of axiomatic, unhistorical, deductive thinking broadly called the Enlightenment» [52]. The Cartesian dualism with its separation of knowing from doing, object from subject, fact from value, theory from practice serves an epistemological foundation for neoclassical economics [7].

The founder of Pragmatism, Charles S. Peirce, understood the historical context of appearance of Cartesianism. Descartes revolted against authority as the ultimate source of truth and allowed theoretically scepticism. Afterwards «that done, he sought a more natural fountain of true principles, and professed to find it in the human mind» [63]. In this way, he underestimated the role of observation by overestimating the role of human thinking. According to Peirce, we cannot doubt in everything: «A person may, it is true, in the course of his studies, find reason to doubt what he began by believing; but in that case he doubts because he has a positive reason for it, and not on account of the Cartesian maxim» [62, pp. 28, 29]. Peirce estimated that «machinery of the mind can only transform knowledge, but never originate it, unless it be fed with facts of observation. Nothing new can ever be learned by analysing definitions» [63, p. 126]. He has noticed that scholars are «less intent on finding out what the facts are, than on inquiring what belief is most in harmony with their system. It is hard to convince a follower of the a priori method by adducing facts» [63, p. 138].

One of the central notions of Peircian philosophy is that of belief : «Our beliefs guide our desires and shape our actions (...) Doubt is an uneasy and dissatisfied state from which we struggle to free ourselves and pass into the state of belief; while the latter is a calm and satisfactory state which we do not wish to avoid, or to change to a belief in anything else (...) Both doubt and belief have positive effects upon us, though very different ones. Belief does not make us act at once, but puts us into such a condition that we shall behave in a certain way, when the occasion arises. Doubt has not the least effect of this sort, but stimulates us to action until it is destroyed (...) The irritation of doubt causes a struggle to attain a state of belief. I shall term this struggle inquiry (...) That the settlement of opinion is the sole end of inquiry is a very important proposition. It sweeps away, at once, various vague and erroneous conceptions of proof» [62a, pp. 114, 115].

Another notion of this philosophy closely linked with the notion of belief is that of habit. The belief «involves the establishment in our nature of a rule of action, or, say for short a habit (...) The whole function of thought is to produce habits of action. (...) To develop its meaning, we have, therefore, simply to determine what habits it involves» [63, pp. 129, 131]. For Peirce «belief is not a momentary mode of consciousness; it is a habit of mind essentially enduring for some time (...) Instead of saying that you want to know the «Truth», you were simply to say that you want to attain a state of belief unassailable by doubt» [66, p. 336]. Based on the Peirce's Pragmatism, we can say that social reality is a reality of beliefs and habits. It means that this reality is socially constructed by the processes of institutionalisation, legitimation and socialisation [4]. The social reality is historical: «Institutions cannot be created instantaneously. Institutions always have a history, of which they are the products. It is impossible to understand an institution adequately without an understanding of the historical process in which it was produced» [4, p. 72].

Peirce saw the research as a collective action of investigators who, by observing and by analysing something separately, gradually converge on the results of investigation. «The opinion which is fated to be ultimately agreed to by all who investigate, is what we mean by the truth, and the object represented in this opinion is the real. That is way I would explain reality» [63, p. 139]. In this way, the «Cartesianism's guiding notion of the solitary doubting ego is supplanted by the idea of a co-operative search for truth for the purpose of coping with real problems encountered in the course of action» [41, p. 19]. The consequences of this transformation of the guiding idea of philosophical reflection are extremely far-reaching: «Indeed, the entire relationship between cognition and reality is changed. The concept of truth no longer expresses a correct representation of reality in cognition, which can be conceived of using the metaphor of a copy, rather, it expresses an increase of the power to act in relation to an environment. All stages of cognition, from sensory perception through to the logical drawing of conclusions and on self-reflection, must be conceived anew» [41, pp. 19, 20].

The selective character of the perception shown by William James [40], a follower of Peirce, became evidence. Since then, psychologists made a significant progress in understanding of human cognition. The perceptual process includes the selection of a stimulus for attention, its organisation into a meaningful pattern and an interpretation of the significance of the stimulus. Language plays an important role in perception shaping [48, pp. 79 - 87]. Several types of perceptual errors are possible and among them is the so-called perceptual defence, which «provides a measure of protection against information, ideas that are threatening to an existing perception or viewpoint. It is a process that encourages the perception of stimuli in terms of the known and familiar» [48, p. 93]. It is perceptions that determine to a large extent the behaviour of actors. In this sense, the social reality, a reality of actions based on beliefs and habits, is subjective.

Mechanism of perception and knowledge acquisition is conceived in modern cognition science as a process of categorisation: «The categories we construct and employ to structure the world can be construed as entities deeply imbued with our own experiences as human agents; sometimes they may be heavily constrained by the properties of the real world, at other times the correspondence may be highly metaphorical. As we have not been afforded a privileged or God-like insight into the properties of the real world, we have no independent means of knowing exactly

which is which» [94, p. 77]. There exist actually two approaches to categories: similarity-based and explanation-based: «The similarity-based view holds that instances of a category are represented mentally by the degree to which they are similar to other known instances of the category. The explanation-based view, on the other hand, argues that instances of a category are related by an explanatory structure» [84, p. 77]. Arthur Denzau and Douglas North describe the cognition process in the following way: «Categories-classifications gradually evolve from earlier childhood on in order to organize our perceptions and keep track of our memory of analytic results and experiences. Building on these categories we form mental models to explain and interpret the environment, typically in ways relevant to some goal(s). Both the categories and mental models will evolve to reflect the feedback derived from new experiences – feedback that may strengthen and confirm our initial categories and models or that may lead to modifications» [17, p. 224]. These modifications can be of two types: changes in details concerning existing categories and changes of categories. Denzau and Douglas use the term «representational redescription» to characterise the latter type which is a reorganization of the categories and concepts with sudden shifts in viewpoints [17, p. 225]. To our mind the notion of representational redescription is very close to the notion of abduction of Peirce. Contrary to Cartesianism the Pragmatism attributed a modest role in human reasoning to deduction. The modern cognition science supports this position of Pragmatism. Cross-cultural studies provided support for an approach which suggests that people do not engage in deductive reasoning in the real world. Instead, their judgements are based on categorisation and instances of a category are represented mentally by the degree by which they are similar to (have overlapping attributes with) an abstract representation of the category [84, pp. 115, 374].

At present, many social scientists, especially economists, are convinced Cartesians. They think that cognition process in economic science is primarily deductive process and empirical work in this domain is not very much appreciated. The dominance of Cartesianism in economics can be explained in terms of Peirce's investigating communities. Economic realities are very complex, determined to a large degree by cultural heritage but at the same time very dynamic. Knowledge concerning these realities for different countries, and even for different regions and different economic sectors inside the same countries, in different periods of time can hardly be presented on the basis of the same categories. It means that communication between members of the modern community of academic economists, which is to a great extent international, is difficult. In this situation advantages of the creation of communities of academic economists on the basis of Cartesianism rather than Pragmatism are obvious. Cartesian approach creates unlimited possibilities for communicating inside the world community of academic economists on the basis of universal categories without much care about historical and geographical differences. In addition empirical work is very hard and apparently less pleasant than purely armchair «theoretical» work. Douglas North underlines: «There is a lack of empirical work on the subject <...> When Lee Alston, Thrain Eggertsson and I were working on a book of reading on empirical studies in new institutional economics, we had difficulty finding a sufficient number of case studies to use. The reason is that few have been done» [60, pp. 8, 9]. The most important cause of the crisis in mainstream economics is its remoteness of the actual economic activities.

Mainstream economics is also rooted in positivism. The founder of positivism, August Comte, professed to consider all phenomena as subject to «natural laws». He saw the role of «positive science» in discovering these laws and the reduction to a minimum of their number [12]. Neoclassical economics is in this sense a «positive science». All generalisations of this economics were based on natural laws theory. In spite of the fact that a lot of rhetoric concerning the natural laws has disappeared from the discourse of the contemporary neoclassical thought, this economics is still founded on the epistemology based on the concept of these laws [7, p. 65]. The positivism of 19th century, that of August Comte, has been altered in the middle of the 20th century in the logical empiricism, which is characterised by the hypothetico-deductive approach: «The first step in testing a scientific theory was to deduce certain empirical predictions from the theory and its initial conditions. The second step was to check these predictions against the observational evidence; if the empirical predictions turned out to be true, the theory was confirmed, and if these predictions turned out to be false, the theory was disconfirmed. In either case, it was not induction, but rather the deductive consequences of a scientific theory, that were relevant to its empirical support (...) Hypothetico-deductive method allowed scientific theories to be «based on» empirical observations (deductively) without actually being «built up from» those observations (inductively)» [15, p. 376]. We can see here very clearly a manifestation of Cartesianism: «Cut off from observation as a source of truth, the Cartesian mind puts great on «testing» to reaffirm its realism. But testing is not a guarantee of correct ideas because, having lost its mooring in reality, the economic mind has created so many conundrums, puzzles and purely mental constructs that testing proves everything and nothing» [52, p. 41]. Since Milton Friedman [26] the neoclassical economics affiliates openly to positivism by adopting the hypothetico-deductive approach. The table below shows the difference between positivist and pragmatist paradigms.

Table 1 – Basic characteristics of positivist and pragmatist paradigms

	Positivist paradigm	Pragmatist paradigm
Basic assumptions	The world is external and objective The observer is independent  Science is value free	The world is socially constructed and subjective The observer is an integral part of what is observed Science is moved by human interests
Basic characteristics of research	Data presents objective facts Context is given a priori Sublimation of complexity Logic of verification	Data presents subjective meanings Context is apprehended a posteriori Taking into account of complexity Logic of discovery
The researcher must:	Elaborate concepts in such a way that they could be measured Find causality links and fundamental laws Reduce the phenomena to their simplest elements Formulate hypotheses and test them	Elaborate concepts rooted in qualitative and quantitative data Try to understand the phenomenon under study Observe every situation in its totality Develop ideas by analysing data

Source : (Usunier, Easterby-Smith and Thore, 2000, p. 37) and (Mucchielli, 1996, p. 197) adapted by the author.



Let me comment just one line in this table which is dealing with complexity. The founder of positivism, Auguste Comte, professed to simplify observed phenomena before explaining them. Social sciences and in particular economics followed this positivist tradition. The scholars reduced phenomena under study to a certain number of quantitative variables or made a synthetic description before starting an analysis. In this way the positivist approach in general and the quantitative approach in particular subvert or deny the complexity of phenomena under study. On the contrary the pragmatist approach in social sciences, associated with the qualitative research, does not reject the complexity but tries to manage it in the research process. This approach foresees rich and thick descriptions in order not to lose some crucial information. These descriptions often take the form of quotations from interviews. The descriptions incorporated in an article or a book do not represent raw data but are chosen as significant. They are ranged according to the constructed categories and accompanied by comments. In this way they represent an important part of the reasoning and allow the readers to make their own judgements concerning results of the research.

The pragmatist philosophy of Charles S. Peirce according to his own words corresponds to the experimentalist's mind [66, pp. 331, 332]. An experimentalist «has had his mind molded in the laboratory (...) With intellects of widely different training from his own, whose education has largely been a thing learned out of books, he will never become inwardly intimate, be he on ever so familiar terms with them; for he and they are as oil and water, and though they be shaken up together, it is remarkable how quickly they will go their several mental ways, without having gained more than a faint flavor from the association» [66, p. 331]. I am afraid that such an experimentalist's type of person is quasi inexistent in the community of academic economists. The university education and training do not foster an interest to do field studies and even more this kind of studies are considered as something inappropriate for «highly qualified economists». I can imagine that Table 1 above is absolutely indigestible for economists to whom «data» are exclusively writings of other economists or statistical data at most. This table will leave them totally insensitive.

In June 2000 a group of French students of economics published an open letter to professors and other responsible for teaching of this discipline [27, pp. 13 - 14]. The first part of this letter was as follows: «Most of us have chosen to study economics so as to acquire a deep understanding of the economic phenomena with which the citizens of today are confronted. But the teaching that is offered, that is to say for the most part neoclassical theory or approaches derived from it, does not generally answer this expectation. Indeed, even when the theory legitimately detaches itself from contingencies in the first instance, it rarely carries out the necessary return to the facts. The empirical side (historical facts, functioning of institutions, study of the behaviours and strategies of the agents . . .) is almost nonexistent. Furthermore, this gap in the teaching, this disregard for concrete realities, poses an enormous problem for those who would like to render themselves useful to economic and social actors» [27, p. 13]. I believe that this is a very pragmatist declaration. The students requested practical knowledge for practical actions. The movement which was born after the French students revolt of teaching economics has received the name «the post-autistic economics movement»: «The main reason why the teaching of microeconomics (or of «microfoundations» of macroeconomics) has been called «autistic» is because it is

increasingly impossible to discuss real-world economic questions with microeconomists – and with almost all neoclassical theorists. They are trapped in their system, and don't in fact care about the outside world any more» [33, p. 2]. The autistic character of standard economics has deep philosophical roots in Cartesianism and positivism.

The dominance of positivist paradigm in economics makes it absolutely useless in the investigation of burning economic problems of the present. Many economists are not aware of and/or are indifferent to this situation. Of course there is a sizable and growing minority who do not subscribe to the neoclassical model or who reject the anti-scientific fundamentalism that surrounds it, but no means existed for mobilising them as a community [27, p. 2]. In order to respond to the most important requirement of the open letter of French students, «We wish to escape from imaginary worlds!», this community should be not only anti-neoclassical but, what is more important, it should be pragmatist. It means that the subject-matter of alternative economics should correspond to socio-economic reality which is the reality of beliefs and habits. It means also that the method of this economics should follow the logic of discovery and the elaboration of its concepts should be rooted in qualitative and quantitative data. The method should help to observe the situation in its totality with taking into account its complexity. The method should be oriented not to creating sophisticated intellectual constructions but to understanding the phenomenon under study in order to help to solve real life problems. A set of methods of this type is called Qualitative Research.

## **2. Subject-matter of pragmatist institutional economics**

The Pragmatism gives us the key for understanding social realities by indicating that they are beliefs and habits (rules). By defining the subject-matter of pragmatist institutional economics we have to be more precise. We must say what we mean by institutions, their relation to beliefs, and propose a scheme for analysis of economic activity in order to indicate the place of institutions and beliefs in this activity. On the basis of the definition of institution and the scheme of analysis of economic activity the subject-matter of pragmatist institutional economics can be defined.

The institution can be defined as typification of habitualised actions [4, p. 72]. The literature on institutional economics contains a large number of definitions of institutions. May be the most condensed of them are the following: «The major role of institutions in a society is to reduce uncertainty by establishing a stable (but not necessary efficient) structure to human interaction» [58, p. 6]; «Institutions are durable systems of establishes and embedded social rules and conventions that structure social interactions» [39, p. 163]. It is important to distinguish formal and informal rules and to know how they are enforced [58; 61]. Usually formal rules take the written form and the informal do not. Most of the institutions in modern societies are made up of both formal and informal rules. In stable institutions informal rules complement formal ones. In emergent institutions earlier embedded informal rules can contradict to newly introduced formal rules and distort or even block their application. As we saw in the previous section of this paper, according to Pragmatism habits (rules) are closely linked with, based on, beliefs. Similar to rules, the beliefs can be «formal» and «informal». «Formal» beliefs are often depicted in documents of political parties and their more or less coherent sets represent ideologies. «Informal» beliefs do not take a written form. Among beliefs

it is important to distinguish «values» which provide categorization in evaluative terms of «good» and «bad». Enforcement of rules is exercised by some human actions. These actions in their turn follow some formal and informal rules. In considering only economic institutions the researcher is forced to include in his analysis «enforcement characteristics» of these institutions [58, 61]. Nevertheless the enforcement dimension of the institutional analysis can be made by inclusion in this analysis of non-economic institutions, for example, religious and political. As rules and beliefs, enforcement of rules can also be «formal» and «informal». The former represents the prosecution through the law system with a threat of penalties or imprisonment and the latter, for instance, takes the form of «public opinion» with a threat of exclusion from a community.

Karl Polanyi distinguished two meanings of economic: substantive and formal. Classical economics was defined as dealing with production, distribution and consumption of goods and services. This definition corresponds to the substantive meaning of economic. Neoclassical economics switched to its formal meaning of economic. Polanyi gave a substantive definition of economic in institutional terms: «It can be briefly (if not engagingly) defined as an instituted process of interaction between man and his environment, which results in a continuous supply of want satisfying material means» [69, p. 34]. Economic activity, as the flow of economic actions, in its substantive meaning, can be analysed at four levels.

Table 2 – Scheme for analysis of economic activity<sup>1</sup>

No	Level of analysis	Analysed units	Links between analysed units
1	Cognitive	Beliefs	Complementarity/contradiction
2	Institutional	Rules	Complementarity/contradiction
3	Organisational	Decision-making centres	Power relations
4	Technological	Resource processing units	Material/informational flows

There are top-down links between these four levels. Beliefs determine the rules in the framework of which power relations took place between decision-making centres. Decision making centres determine the functioning of resource processing units and control material and informational flows between them. There are also down-up feedbacks between levels. Technological level provides signals to organisational level to make possible correct decision-making. Different natural and juridical persons (decision making centres) using their power try to change rules in their favour. Finally, problems emerging in the functioning of decision-making centres in the framework of existing rules push them to change their beliefs. The choice of level for analysis of economic activity depends of the objective of the study. If the researcher is concerned with the result of economic activity at particular moments, then major attention is likely to be devoted to the technological level. On the contrary, if the researcher is concerned not with the end result of economic activity but with its mechanism operating in a certain period of time then his attention should be devoted to organisational and institutional levels. Furthermore if he is concerned with changes in the mechanism of economic

---

<sup>1</sup> Previous versions of this scheme were published in Yefimov (1981, 1988, 1997, 2001). This scheme has some similarities with that of Williamson (2000).

activity then undoubtedly the main attention should be focused on institutional and cognitive levels [100, pp. 30 - 31].

Neoclassical economics ignores levels 1 and 2, and level 3 is present in neoclassical analysis in a very simplified form with poor collection of decision-making centres and neglect of power relations. The stress in this analysis is made on level 4. On the contrary, pragmatist institutional economics should put level 2 in the centre of its studies supported by analysis of levels 1 and 3. If the research is oriented to the analysis of institutional functioning, level 2 plays an important role. If the objective of the research is institutional change, then the analysis at level 1 becomes crucial. In the framework of pragmatist institutional economics, quantitative analysis of material flows (level 4) can serve only for asking questions and answers to these questions should be found at higher levels [103, pp. 30 - 31].

By summing up what was said above, we can define the subject-matter of pragmatist institutional economics in the following way: pragmatist institutional economics studies economic activity by analysing functioning and change of institutions that structure economic activity. Analysis of functioning of institutions requires the taking in account of power relations between actors. The study of institutional change demands an analysis of beliefs/ideologies shared by different types of actors. Briefly, we can say that subject-matter of pragmatist institutional economics is sets of institutions, in which the human economy, as Karl Polanyi said, is embedded and enmeshed. In other words, the pragmatist institutional economics investigates typification of habitualised economic actions and beliefs linked with these actions. These typifications could take the form of formal rules (laws and written regulations) and informal rules (customs and traditions). In modern societies beliefs often take the form of ideologies. Pragmatist institutional economics is sharply different from neoclassical mainstream economics by subject-matter which for the former derives from the substantive meaning of economic and for the latter – from the formal one. I believe that this understanding of the subject-matter of pragmatist institutional economics corresponds to that of John Commons: «Peirce's pragmatism, applied to institutional economics, is the scientific investigation of economic relations of citizens to citizens. Its subject-matter is the whole concern of which the individuals are members, and the activities investigated are their transactions governed not by a law of nature but a working rule, for time being, of collective action» [10, p. 157].

### **3. Method of pragmatist institutional economics**

Pragmatist institutional economics differs from neoclassical mainstream economics not only by the subject-matter but also by its method. Generally speaking the method of pragmatist institutional economics is Pragmatism of Charles Peirce. Pragmatism as a method of research corresponds to the reality of human cognition studied by the cognition science and Cartesianism/positivism with its hypothetico-deductive method does not. Descartes distinguished sharply processes of cognition of layman and processes of cognition of scientist. The Pragmatism of Charles Peirce eliminates this sharpness. Why they would be different? Laymen and scientists belong to the same specie of human beings and their brains are constructed in the same way. The modern cognition science gives a model of human behaviour (*homo cogitans*) and at the same time a method of scientific research, a method corresponding to the human nature. This model/method consists

in the categorisation and creation on their basis of mental models in the every day life and in the research practice. In both cases the categories/concepts and mental models are shared inside certain communities: «The world is too complex for a single individual to learn directly how it all works. The entire structure of the mental models is derived from the experiences of each individual – experiences that are specific to the local physical environment and the socio-cultural linguistic environment (...) In fact, no two individuals have exactly the same experiences and accordingly each individual has to some degree unique perceptions of the world. Their mental models would tend to diverge for this reason if there were not ongoing communication with other individuals with a similar cultural background» [17, pp. 225 - 226].

However some differences between cognition activities of laymen and scientists do exist and «the crucial difference [is] created by the attempt in science to maintain the precision in terms as opposed to their plasticity in a popularly held and communicated mental models, Kuhn argues, the relatively precise nature of concepts helps keep a paradigm or conceptual framework almost fixed for long periods» (Ibid., pp. 235-236). The process of accommodation and change in shared mental models does not always progress smoothly or easily. Ideological purists try to resist any change (Ibid., p. 226). In this way, professionalization of scientists can play a negative role in knowledge acquisition process, especially after the strong institutionalisation of science. This happens in situations of a weak social (democratic) control or too strong social (authoritarian) control from outside of scientific communities on the activities of scientists from the point of view of the quality of knowledge they acquire and hold. Science in general and economics in particular is a set of institutions which could be analysed on the basis of four level scheme exposed in Table 2. Rules of recruitment, promotion, publication etc. are an evolutionary result of ideological, political and financial influences from outside and inside of scientific communities and of their shared mental models too.

John Commons accepted the term Pragmatism proposed by Peirce as the name of the method of investigation he applied to economics: «We compelled to distinguish and use two meanings of pragmatism: Peirce's meaning of purely a method of scientific investigation, derived by him from the physical sciences but applicable also to our economic transactions and concerns; and the meaning of the various social-philosophies assumed by the parties themselves who participate in these transactions. We therefore, under the latter meaning, follow most closely the social pragmatism of Dewey; while in our method of investigation we follow the pragmatism of Peirce. One is scientific pragmatism – a method of investigation – the other is the pragmatism of human beings – the subject-matter of the science of economics» [10, pp. 150, 151]. This method supposes an experimental approach to investigation, that is the direct contact with investigated subject-matter, i.e. institutions and beliefs which accompany them. This direct contact can be achieved by the investigator through studies of different documents, including texts of formal rules (laws and regulations), use of action research, participant observation, interviews and case studies. All these techniques should withdraw the cognitive gap between scholars and actors and in some way enlarge «learning communities» by partial inclusion in them of actors. In order to catch meanings of observed events and understand informal rules, participant observations should include active interviews, which could take the form of «brainstorming» sessions. The pragmatist methodology rejects an objectivity based on value free neutrality of the

researcher and proposes a solution to the problem of subject-object relation in social inquiry.

Pragmatist methodology of social research was developed by the Chicago sociological school in the framework of Symbolic Interactionism. The author of this term wrote: «No theorizing, however ingenious, and no observance of scientific protocol, however meticulous, are substitutes for developing a familiarity with what is actually going on in the sphere of life under study» [6, p. 39]; «We must say in all honesty that the research scholar in the social sciences who undertakes to study a given sphere of social life that he does not know at first hand will fashion a picture of that sphere in terms of pre-established images (...) [In the framework of usual research practices] in place of being tested and modified by firsthand acquaintance with the sphere of life they [pre-established images] become a substitute for such acquaintance (...) [In this case] there is no demand on the research scholar to do a lot of free exploration in the area, getting close to the people involved in it, seeing it in a variety of situations they meet, noting their problems and observing how they handle them, being party of their conversations, and watching their life as it flows along. In place of such exploration and flexible pursuit of intimate contact with what is going on, reliance is put on starting with a theory or model, posing a problem in terms of the model, setting a hypothesis with regard to the problem, outlining a mode of inquiry to test that hypotheses, using standardized instruments to get precise data, and so forth» [6, pp. 36 – 37]. The last sentence of this quotation describes exactly in what way most of the economists do empirical research. This positivist methodology for economics was formulated by Milton Friedman: «A theory is the way we perceive «facts», and we cannot perceive «facts» without a theory» [26, p. 34].

Unfortunately not only neoclassical economists share these Friedman's views. Geoffrey Hodgson who is one of the very active authors with «institutionalist label» confessed: «Contrary to many institutionalist writers, the epistemological position here is strongly anti-empiricist» [37, p. 24]. He criticised Friedman not for his Cartesian positivism but on the basis of this «strongly anti-empiricist» position [37, pp. 28 - 35]. I think that Hodgson is even more Cartesian than Friedman. Let us discuss his «anti-empiricists» arguments, which are indeed pro-Cartesian arguments: «The key criticism of empiricist epistemology (...) is that no observation can be independent of the conceptual framework, language and theoretical system of the observer. Consequently, no «objective» facts can be known untainted by the preconceptions of the investigator» [37, p. 35]. The pragmatist approach does not exclude that the researcher coming to the field has some preconceptions or pre-established images, but what the pragmatist approach excludes is determining by them the gathering of data. For example, in 1998 I had an occasion to attend a meeting, held in a district Administration in Russia, of heads of collective farms of this district. During this meeting I had the feeling that we were still somewhere in 1978. In 1999 I started an inquiry in the Russian countryside, having the preconception of the agrarian institutional continuity in post-Soviet Russia, but the questionnaires for this inquiry were elaborated not in the framework of this preconception. These questionnaires [104, pp. 375 - 377] served as guides for talks with different actors with the objective not to test this idea but to understand what was going on in different kinds of farms, companies and administrations.

The statement «All facts are expressed in some form of language, and an aconceptual or atheoretical language is impossible» [37, p. 35] is a sophism because of the use of undefined here notions of «theory» and «language». «Theories» and «languages» can be of different levels. The statement is true if the notions of «language» and «theory» are used in the sense of categories and mental models shared in a certain socio-cultural linguistic environment which can be very large. For example, if the area under study was the Russian countryside, then knowledge of Russian language including technical agricultural terms would be sufficient to begin «observation», i.e. «getting close to the people involved in it, seeing it in a variety of situations they meet, noting their problems and observing how they handle them, being party of their conversations, and watching their life as it flows along». At the same time the statement of Hodgson is false if the notions of «language» and «theory» are used in the sense of categories and models/theories/hypotheses shared by a certain community of scholars. For example, gathering data concerning preconceived variables, quantitative or qualitative, of a theory and escaping any other information, which could be collected in the field if it does not enter in this set of preconceived variables, will make investigator 'blind' to many possible insights. In the case of using low level categories and mental models shared by actors of the area under study the scholar has a possibility to make a discovery and to reconsider his pre-established image of the area under study by developing his own new categories and mental models. In the case of using high level categories and models/theories/hypotheses shared by members of a certain scientific community the scholar is condemned to be prisoner of his preconceived variables. He is unable to discover in the field something outside of his a priori model/theory/hypothesis and what he can do only to «test» this a priori model/theory/hypothesis.

Geoffrey Hodgson is right by saying that «we cannot ever gain a more accurate or adequate understanding of economic reality exclusively by observation and the gathering of data». And it is true not because «contrary to empiricist view, science cannot progress without a theoretical framework, and no observation of reality is free of theories or concepts» but because understanding of economic reality can progress only through «representational redescription», i.e. the correction or even total change of categories/concepts and models/theories constructed on the basis or emerged from observation and gathering of data. I agree with professor Hodgson when, following the sociology of science, he said that «science is a social activity and its development involves the social generation, scrutinization and acceptance or rejection of theories, procedures and norms. Consequently, science can never be «neutral» in the sense that it is entirely free of the biases and preoccupations of society and the scientific community» [37, p. 36]. But this true statement does not transform his sophism in a true statement.

A close and reasonably full familiarity with the area of life under study is essential to any social researcher [6, p. 37]. A set of methods based on pragmatist methodology which allow to get this familiarity with area of life under study has received the appellation of Qualitative Research. The methods included in this set can be classified as follows: basic or generic qualitative research, ethnographic study, case study, life story method, phenomenological study, grounded theory and action research. The two latter methods will be discussed in sections 4 and 5 of this paper. Below in this section we will characterise briefly general features of qualitative research methods in general. All qualitative research methods use as

sources of information existing texts, semi-directive interviews and participant observation. Institutional economists should pay special attention to juridical (laws and regulations) and political (programmes of parties and associations and declarations of political leaders) texts. The former reflect formal rules and the latter existing beliefs. In order to collect information on the informal rules and shared beliefs, including values, the researcher should use semi-directive interviews and participant observation. Data on habits and beliefs can hardly be numerical. That is why methods used in the framework of the pragmatist paradigm are primarily qualitative. This paradigm integrates the observer and the observed in the procedures of observation. It is attentive to find meanings of actions of the concerned actors. In the framework of this paradigm the researcher takes into consideration the complexity of the situation under study and intentions, motivations, expectations, reasoning, beliefs and values of actors [56, p. 34].

Qualitative research can analyse data at several levels: «At the most basic level, data are organized chronologically or sometimes topically and presented in a narrative that is largely, if not wholly, descriptive. Moving from concrete description of observable data to a somewhat more abstract level involves using concepts to describe phenomena (...) This is the process of systematically classifying data into some sort of schema consisting of categories, themes or types. The categories describe the data, but to some extent they also interpret the data. A third level of analysis involves making inferences, developing models, or generating theory» [51, p. 187]. Some categories can be of similarity-based type when the others are of explanation-based type. The process of qualitative research can be characterised as a progressive move from actors' meaning to researcher's meaning (sense).

The most important characteristics of qualitative research are the following [51, pp. 6 – 8, 61]:

1. Qualitative researchers are interested in understanding the meanings people have constructed, that is, how they make sense of their world and the experiences they have in the world. It is assumed that meaning is embedded in people's experiences and that the meaning is mediated through the investigator's own perceptions. The key concern is understanding the phenomenon of interest from the participants' perspectives, not the researcher's.

2. Qualitative researcher uses his data not to answer questions like how much or how often but to discover what occurs, the implications of what occurs, and the relationships linking occurrences. In this case his sample, i.e. people contacted, has not to be large and random but has to correspond to this purpose. Purposeful sampling serves to the investigator to discover, understand, and gain insight and therefore he must select a sample from which the most can be learned. The size of the sample can be determined gradually: sampling continues until a point of saturation is reached, i.e. no new information is forthcoming from new sampled units.

3. The researcher is the primary instrument for data collection and analysis. It determines by a creative character of communication with actors and abductive nature of data analysis (insights).

4. Qualitative research usually involves fieldwork. An occasional qualitative study could be undertaken using documents alone, but these are exceptions.

5. The product of a qualitative research is richly descriptive.



Table 3 displays a comparison of characteristics of qualitative research with the more familiar positivist-quantitative approach. The dichotomy indicated in this table does not exclude the use of quantitative methods in the framework of a qualitative research.

Table 3 – Characteristics of quantitative and qualitative research

Points of comparison	Quantitative Research	Qualitative Research
Philosophical roots	Cartesianism, positivism	Pragmatism, phenomenology
Goal of investigation	Prediction, confirmation, hypothesis testing	Understanding, description, discovery, meaning, hypothesis generation
Design	Predetermined, structured	Flexible, evolving, emergent
Sample	Large, random, representative	Small, non-random, purposeful
Data collection	Inanimate instruments (statistical data, surveys, questionnaires)	Researcher as primary instrument, semi-directive interviews, observations, documents
Mode of analyses	Deductive and inductive (by statistical method)	Abductive (by researcher)
Findings	Precise, numerical	Comprehensive, holistic, expansive, richly descriptive

Source: [51] adapted by the author.

#### 4. Theorising in pragmatist institutional economics

The pragmatist institutional economics was founded by John R. Commons. The school of thought launched by him is often accused to create no theories as neo-classical economists do<sup>1</sup>. Mainstream economists try in vain to find in texts of institutionalists deductive theories based on a priori axioms: «The institutionalists seem to have suffered from a methodological confusion regarding the nature of theory. They thought a description was a theory» [92, p. 187]; «Theory was never Commons’s metier. When he calls his «theories» are exclusively poorly wrought and somewhat lackadaisical classifications and sub-classifications of phenomena as they appear to him from the dimly held and mainly intuitive conception impossible to define» [77, p. 124]. Geoffrey Hodgson who has the Cartesian vision of institutional economics has been trapped in the same way: «Commons did not have the stature of a major theorist such as Alfred Marshall or Karl Marx. Furthermore, he did not have the aptitude for careful definitions or logical chains of reasoning» [39, p. 548]. John Commons spoke about theorizing in the Max Weber’s sense: «[The Weber’s contribution] converts the whole process of theorizing from a «theory», in the older sense of the logical consistency of reality, to the mere methodology of constructing intellectual tools to be used in investigation. There is no longer a question of antagonism between theory and practice, for a theory is a tool for investigating practice» [10, p. 722]. Commons underlines that the «search for the meaning of human activities can never be expected to yield an «exact» science, or even an approximation to the quantitative requirements of other

<sup>1</sup> See for example the section on American institutionalism of the book of Mark Blaug (1985).

sciences. Yet that is not wanted, anyhow. What the economist wants is understanding, and he wants measurement only as an aid to understanding» [10, p. 723].

The discussion in section 3 of this paper of militant Cartesian position of Geoffrey Hodgson makes here unnecessary a critical assessment of his following statement: «In the interwar period institutionalism was actually the dominant school of economic thought in the US. It lost ground to neoclassical formalism partly because it neglected its own task of underlying theoretical development. It is not difficult to see how institutionalism became bogged down. After establishing the importance of institutions, routines and habits, it underlined the value of largely descriptive work on the nature and function of politico-economic institutions. Whilst this was of value it became the predominant and almost exclusive practice of institutionalist writers. The institutionalists became data-gatherers par excellence. The error here was largely methodological and epistemological, and committed by many institutionalists with the exception of Veblen himself and few others. It was a crucial mistake simply to clamour for descriptive «realism», by gathering more and more data, or by painting a more and more detailed picture of particular economic institutions» [37, pp. 21 - 22].

It is true that pragmatist roots of original (old) institutional economics prevented the creation of context-free, a-historical, theoretical purely deductive constructions. This is not a handicap of pragmatist institutional economic theories not to be deductive but abductive, but this is their important cognitive advantage. I believe that Polanyi meant this kind of theory to deal with substantive concept of economic which derives from fact unlike the formal concept of economic which derives from logic [69, p. 31]. Theorising in pragmatist institutional economics can be nothing else than a creation of sets of concepts with their interrelations coming from «a close and reasonably full familiarity with the area of life under study». These concepts must be deeply rooted (grounded) in the data gathered about rules and shared meanings. Most of this data can be collected exclusively through direct contacts with actors. As we underlined in the first section of this paper, economic realities are very complex, determined to a large degree by cultural heritage but at the same time very dynamic. Knowledge concerning these realities for different countries, and even for different regions and different economic sectors inside the same countries, in different periods of time can hardly be presented on the basis of the same categories/concepts. Complexity, cultural diversity and dynamics of economic realities have as a consequence the impossibility of creation of theories useful for political and economic actors covering all these realities. That is why pragmatist institutional economics is determined as a discipline only by its subject-matter, method and very general key concepts like belief, habit, ideology, institution and some others. For most of the investigations other created concepts are inevitably contextual.

Special guidelines for producing this kind of theories were called Grounded Theory methodology [20, 29, 47, 85, 86]. Grounded theory was defined by its elaborators as a discovery of theory from data [29, p. 1]. Grounded theory methodology is a continuation of methodology of symbolic interactionism and is the most sophisticated version of qualitative research. According to this methodology, a theory must be generated not in an armchair but in the field. The process of data collection and the generation of a theory are not totally separated. The investigator collects documents and contacts actors to get data for analysis.

He/she tries to set aside theoretical ideas during data collection and initial stages of their analysis. He/she does it «in order to assure that the emergence of categories will not be contaminated by concepts more suited to different areas» [20, p. 4]. Categories have to emerge from (created on the basis of) texts of documents and transcripts of interviews. The categories discovered by the investigator are not just names of some pieces of data but reflect meanings of these pieces of data. The categories formulated by the researcher are the result of an abductive process of detailed creative analysis of texts of documents and transcripts of interviews. This process is oriented to capturing insights. The interviews led by the investigator are active: interviews are based on approximate questionnaires and the interviewer lets speak the actor; interviewed actors are not considered by the analyst as passive «subjects» and the interviews can even take the form of brainstorming sessions.

The decisions concerning data collection are taken gradually following the process of emergence (creation) of categories: «Beyond the decisions concerning initial collection of data, further collection cannot be planned in advance of the emerging theory» [29, p. 47]. The founders of the grounded theory called this type of data collection Theoretical Sampling: «Theoretical sampling is the process of data collection for generating theory whereby the analyst jointly collects, codes, and analyses his data and decides what data to collect next and where to find them, in order to develop his theory as it emerges. This process of data collection is controlled by emerging theory...» [29, p. 45]. Under theoretical sampling, data collection stops when new data does not influence the established categories, their properties and the links between categories: «As a study proceeded, however, ideas would become more focused, and the methods could correspondingly become more structured, interviews, for example, might resemble long conversations at the start of the study, but become highly selective and focused on particular topics (and therefore much shorter) by its close» [20, p. 6].

It is important to choose one or several core categories among the generated categories: «Through the process of integrating categories, a central theoretical framework could crystallize around a «core» category (...) A framework would «solidify» out the analysis and delimit the research by differentiating between core and peripheral categories and identify the scope and boundaries of the theory. This framework could in turn direct further data collection and analysis – but with a more circumscribed and focused agenda» [Ibid., p. 9]. During the analytic process the number of categories may be reduced and the theory can be formulated with smaller set of higher level concepts [29, p. 110]. The generated categories are hypotheses which help to understand the phenomena under study. According to Commons «it is a synthesis, which helps to formulate a hypothesis, for it sets up the following problem: What is the meaning of the activities in their relations to each others? And thus suggests the kind of hypothesis needed to select the facts and weigh their relative importance. It is a synthesis of all the factors out of which we formulate a hypothesis. It differs from the theory of Menger as synthesis differs from analysis» [10, p. 723].

When the abductive process of generation of categories is finished, the analyst determines deductively the consequences of hypotheses-categories and their links. Once a grounded theory is generated, the theory as a whole and its parts could be tested from the deduced consequences on the basis of statistical methods, which involve application of logical operation of induction. The result of this operation could be a rejection of the generated theory as a whole or its parts. It could mean

that the detailed data used for theory generation was not really representative. Though the pragmatist methodology of social research does not reject quantitative methods but rejects substitution of theory generation on the basis of data by testing of an a priori theory elaborated exclusively in an armchair. In this way the grounded theory methodology solves in a convincing way the problems of data sample size and data representativity.

Direct application of the grounded theory methodology to economic realities produces context embedded theories. It is clear that for this type of theories the continuity of pragmatist institutional research can be more methodological than substantive. But it does not mean that every grounded theory research is an isolated investigation from the scratch. Some important theoretical substantive continuity is possible in the framework of the same or close contexts. In the latter case the comparative analysis of several grounded theories could produce categories/concepts of a higher level which would form new more abstract theory embracing several contexts at the same time. For example a study of market institutions in developed capitalist countries at the turn of the 21st century made in [24] can be considered as a grounded theory of the second order (level), i.e. a generalisation of grounded theories based on «a close and reasonably full familiarity» with particular industries in particular countries and in a particular period of time.

Grounded Theory methodology is nothing else but an explicit application of human cognition scheme to social scientific research. Any real research would follow it implicitly. This is a very important advantage of this methodology in comparison with normal, in the sense of normal science, procedures. Its other advantage is its orientation to discovery which diminishes the probability not to notice important information concerning the area under study. This probability diminishes also by the requirement to set aside theoretical ideas during data collection and initial stages of their analysis. At later stages of analysis the influence on it of previous theoretical ideas shared by the researcher became inevitable but these ideas are confronted with data not filtered by these ideas, as in the normal standard practice, that allows to the researcher to evaluate their appropriateness. The fact that the most important sources of information for social research are texts depicting rules (habits) and ideologies (beliefs) determines the Grounded Theory methodology as the methodology of generation of categories on the basis of texts.

## **5. Experimenting in pragmatist institutional economics**

Common understanding of science supposes that it has to have theoretical and experimental parts. If all generations of economists did not deny the necessity of the presence in their discipline of the theoretical part, their attitude toward the experimental one was not so obvious. Many economists of the 19th century denied the possibility of economic experiments. For example John Stuart Mill characterised political economy as essentially an abstract science, and its method as the method a priori [35, p. 13]. In his *System of Logic* (1843) «Mill offers a radical empirist view of science and then argues for a special dispensation to social sciences such as economics: a dispensation that is based in part on the absence of experimental-laboratory control in the social sciences (...) Because experimental (a posteriori) method is not available in the social domain, the deductive (a priori)

method is the only method available to economic science. Economics is a deductive science and only deductive science» [35, pp. 16, 21]. This kind of attitude is still vital among many economists. At the same time, field (naturalistic) and laboratory economic experiments began to develop actively in the second part of the 20th century in the United States. Both types of experiments followed positivist tradition.

The idea of economic field studies is simple: «If a fundamental policy change is under consideration, and if there is no clear basis for estimating a priori the effect of this policy on economic behaviour, then the only way to obtain this information is to put the policy into practice on a limited scale and to see what happens» [23, p. 9]. Undertaking this type of experiments is time and resource consuming: «In terms of time involved, there are one to two years of advance preparation, anyway from two to ten more years for the conduct of the experiment in the field, and from one to three years after that for the analysis of the huge amount of data that have been collected. Even preliminary results may require four to five years of work from the time the experiment is authorized» [23, p. 23]. In the seventies hundreds of million of dollars were spent for this kind of experiments for analysis of consequences of national programmes that had involved hundreds of billions of dollars (Ibid., p. 2). The experiments were carried out according to natural sciences' (positivist) standards: the populations involved were considered as passive subjects which have to react to established controlled variables and samples of these populations were determined in advance according to requirements of statistical criteria. The outcome of these experiments were almost exclusively numerical data processed with statistical methods. Very soon after the start of field economic experiments it became clear the difference of social experiments with experiments in physical and biological sciences: «[the former type of experiments] introduces a major new dimension of the methodology of experimentation because humans, unlike other animate or inanimate objects, are very likely to react to the conditions of the experiment and thereby confound the results». (Ibid.) This kind of effect has been already noticed earlier (1928) in the famous Hawthorne experiments.

Field economic experiments can be used not only for analysis of economic policy consequences but also for understanding of the systems under study: «The best way to understand something is to try to change it». Transformations in former communist countries can be considered as large-scale naturalistic economic experiments. Scholars involved as consultants in these transformations could take advantage of their participation for deep studies of these processes. They had opportunities to determine some parameters of these transformations and to contemplate on the resulting outcome. Close contacts of the consultant with actors during a long period of time in conditions of manipulations of important real life parameters (rules and ideologies) provide ideal conditions for pragmatist institutional research [102, 104]. As all pragmatist based research practices, they had to follow the logic of discovery and not the logic of verification. They have to consider actors involved in experiments not as passive «subjects» but as active participants of the study process. In this case the problem of experimental control becomes inessential. Multiple naturalistic socio-economic experiments take place constantly in countries with more stable institutional environment, but usually economists do not take advantage of these tremendous research opportunities: scholars and actors in majority of cases remain separated.

Pragmatist field economic experimenting could use the rich technical base of Action Research [32, 72, 87]. The main pioneer of action research – Kurt Lewin – associated the idea of action research with the idea of doing experiments in the field [72, p. 17]. Now the action research is usually understood as «the whole family of approaches to inquiry which are participative, grounded in experience and action-oriented» (Ibid., p. xxiv). Advocates of action research declare explicitly their affiliation to Pragmatism [32, 46]. In action research, new knowledge is created through active experimentation. The results are always tested in real life because action research aims to find solutions to real problems. The results are justified through their workability [46, p. 107]: «Action research focuses on solving context-bound real-life problems. Knowledge production cannot be done without taking into account the wholeness of a situation. Inquiry is based on questions emerging from real-life situations as opposed to the conventional academic way of working where questions arise from within the academic community which is subdivided into professional fiefdoms. Reading other researchers' work as a way of identifying new research questions, the standard practice is partly supplanted in action research by a more direct process of researching what social stakeholders understand to be pressing problems (...) Action researchers do not believe in the idea of scientific, cosmopolitan knowledge that is valid everywhere, and we reject the notion that valid knowledge can be produced only by «objective» outsiders using formal methods that supposedly eliminate bias and error» [46, pp. 105, 110]. Nevertheless action research carried out for different contexts allows making generalisations and creating higher level grounded theories. At the same time knowledge of different contexts by action researchers could be very useful in a particular situation: «By setting the local situation in the context of these broader comparisons, the professional action researcher can assist the local group in opening up its sense of the situation and some options for the future» [32, p. 99].

In action research, actors (insiders) and investigators (outsiders) collaborate closely. Action research can be called cogenerative research: «Local participants [insiders] are enabled to take charge of the meaning construction process. At the same time, trained researchers cannot make sense of local social life without secure communication links to these participants. The dynamic tension between insider and outsider knowledge is the basis for this cogenerative process (...) The interaction between local knowledge and expert knowledge through a cogenerative process is a core feature of action research. One consequence of this is that most accounts of action research, trying to be true to the process that constructed them, are rendered in narrative form» [Ibid., p. 113, 123].

Laboratory economic experimentation as field experimentation can also follow positivist and pragmatist approaches. The author of this paper devoted more than ten years to pragmatist laboratory experimental economics [99; 100; 101]. I was a pure neoclassical economist during my graduate and PhD studies [98]. After the disappointment in trying to investigate functioning of the Soviet economy on the basis of this approach, I moved for a short period of time to the behavioural approach [14, 80] but it was again a disappointment: even computer simulation models required too strong assumptions on human behaviour. The solution for me was very natural and simple: if we cannot simulate with formal models the behaviour of humans, let's invite these humans to simulate their own behaviour in laboratory conditions when their environment (responses to their decisions) is

simulated by computer simulation models. Once engaged in this way, the logic of the research has brought me to accept the pragmatist approach for gaming-simulation [99] as a basis for modelling and laboratory experimenting in the framework of institutional economics [100]. On the basis of this approach a large scale gaming simulation model was developed as a basis for laboratory experiments with the objective of comparative analysis of different economic systems [101]. The economic systems of two particular countries (Soviet Union and Hungary) were presented in this model by rules which depicted national economic legislations [101, pp. 43 - 69].

The method of gaming-simulation gives possibility to organise laboratory economic experiments as a research process which follows the pragmatist logic of theory/hypothesis discovery. Abductive discovery procedures are organised in this kind of laboratory experiments on the basis of a dialogue between scholars (experimenters) and players-participants (experienced actors and experts in the area of real life under study), as a special form of «brainstorming session» accompanied by a computer simulation model managed by the players-participants: «The group of players and experts can completely coincide with the research group but it can be extended at the expense of involvement (for the period of research) of professional managers and scientists, specialists in this particular and neighbouring field. The composition of participants is considerably dependent on the research goals and the type of simulation games applied. As the game becomes more abstract, a higher percent of scientists among the players will be involved. The more concrete the problem or the game is, the higher is the proportion of management practitioners. The main emphasis in gaming experiment is given to joint creative activity of all participants, players included. Their task should not be confined to that of passive examined subjects. It is just the players who, collaborating with the experimenters, must make the main contribution to the solution of the investigated problem. Their gaming activity (the activity while performing the gaming roles) must be a cause, framework and an empirical basis for the research (activity apropos of the game). The participants of a gaming simulation experiment contribute to the solution of the problem in the process of discussions, filling in questionnaires and making reports as well as other types of activity apropos of the game» [100, p. 198].

At present the so-called Experimental Economics is developing in the framework of mainstream economics' concepts and methodology [16, 25, 36, 43, 82]. In this discipline laboratory experiments are understood as follows: «When I speak of «laboratory» experiments, I am speaking of experiments in which the economic environment is very fully under the control of the experimenter, who also has relatively unimpeded access to the experimental subjects. This distinguishes laboratory experiments from «field» experiments, in which relatively few aspects of the environment can be controlled, and in which only limited access to most of the economic agents may be available» [73, p. 949]. In this more or less correct vision of economic laboratory experiments we already see the sign of positivist orientation in calling the participants-players experimental subjects. Most of Experimental Economics laboratory experiments are carried out with students (undergraduate and MBA) on the basis of economic equilibrium, game theory, and utility theory schemes. These laboratory experiments follow the logic of theory/hypothesis verification in the framework of positivist paradigm. They are oriented to «creating an experimental environment in which theories being tested

give unambiguous predictions, and of controlling or measuring the preferences of experimental subjects», «experimental tests of axiomatic models», «to test hypothesis, which is that agents in a market environment will behave like utility maximizers» [Ibid., p. 950, 952, 993]. Another sign of positivism: «Structure of the experimental design should be planned with consideration for the subsequent statistical analysis of the hypotheses of interest» [16, pp. 30, 31].

Advocates of neoclassical experimental economics see two main advantages offered by laboratory methods: replicability and control [Ibid., p. 14]. An unautistic reader may find unconvincing the following arguments in favour of this kind of experimental economics: «The economic profession imposes little professional credibility on the data-collection process, so economic data are typically collected not by economists for scientific purposes, but by government employees and businessmen for other purposes (...) But relatively inexpensive, independently conducted laboratory investigations allow replication»; «Surprising is the lack of control over data from natural markets sufficient to test even basic predictions of neoclassical price theory. Consider, for example, the simple proposition that a market will generate efficient, competitive prices and quantities. Evaluation of this proposition requires price, quantity, and market efficiency data, given a particular set of a market demand and supply curves. But neither supply nor demand may be directly observed with natural data»; «Distinguishing natural data may sometimes exist in principle, but the data are either not collected or collected too imprecisely to distinguish among alternative theories. In other instances, relevant data cannot be collected, because it is simply impossible to find economic situations that match the assumptions of the theory (sic!). An absence of control in natural contexts presents critical data problems in many areas of economic research.» [Ibid., p.15]. The disdain of economists for data collection cannot be a rationale for laboratory economic experiments. Data are understood here as «objective» numerical data. For an institutional economist most of the data he/she needs is not numerical but qualitative data representing the meanings of actors and the latter can share this data with investigators. If some theoretical parameters cannot be in some way empirically approached they have to be abandoned. If it is «impossible to find situations that match the assumptions of the theory» why collect these data? An absence of control in natural contexts does not present critical data problems if the objective of the research is not to predict or to verify but to understand with help of people acting in these contexts. The only important argument evoked here, which can be accepted, is the relatively high cost of field data collection but the most important rationale for economic laboratory experiment has to be found somewhere else. This rationale is a possibility to plunge a mixed team (scholars and actors) of participants in an environment that does not exist for the moment (for example an introduction of a new economic legislation) and investigate problems arising in this environment. Preference for laboratory to field experiments could come either from cost considerations or from potential undesirable (dangerous) consequences of the field experiments. Most of the data in these experiments are produced by the participants. In addition a computer simulation model, which provides feedback of decisions made by players, can also supply data for this investigation.

Cartesian/positivist nature of neoclassical experimental economics can be seen in a priori microeconomic systems [81] at the basis of its experimental situation design and in the role of players-participants. In addition to the usual a priori conceived elements of microeconomic, game or utility theories, microeconomic



system contain a priori rules, which neoclassical authors misleadingly called institutions. The latter represents abstractions of similar type to an abstraction of the auctioneer in the microeconomic general equilibrium model. As it was already mentioned, participants in neoclassical laboratory economic experiments are considered as «subjects» and are recruited among undergraduate and MBA students. In this kind of experiments «participants receive salient rewards that correspond to the incentives assumed in the relevant theory (...) Also, as a general matter, rewards are monetary» [16, pp. 24, 25]. In order to guarantee an «unbiaseness» of participants' behaviour, the experimenters make a lot of efforts to prevent participants from discovering objectives of the experiment.

The methodology of pragmatist gaming simulation experiments is the opposite. Most of the data generated by these experiments are not quantitative but qualitative. The experimental situation as the whole experimental design is based in this kind of experiments not exclusively on abstractions, but primarily on results of preliminary field studies. The central concept of pragmatist gaming simulation experimentation is the concept of players' dual behaviour: «A game assumes simultaneous realisation (but not sequential alternation in time!) of practical and conventional behaviour. A player must keep in mind that he is taking part in a conventional (unreal) situation and at the same time ignore the fact (...) The duality of the player's behaviour in gaming simulation experiment is manifested in two types of activity: in the gaming activity [execution of role] and the activity apropos of the game [research]. Player's system of motivation should be such as to provide those necessary proportions of dual behaviour which would not run counter the purposes of the experiment (...) In an experiment so designed, the players are directly interested in studying the functioning of the analysed institutions (...) The emphasis on the aim to win may disturb the necessary level of dual behaviour and thus devaluate the experiment» [99, pp. 404 - 409].

## **Conclusion**

The Pragmatist Institutional Economics can be outlined in the following way:

1. Economic activity is analysed at institutional level taking largely into consideration organisational and cognitive levels and to a much lesser degree technological level (see Table 2 in section 2 of this paper). It means that in the centre of analysis are human interactions.

2. Rules and beliefs behind them that structure human interactions are the most important analysed units. These rules and beliefs can be formal and informal.

3. Formal rules are written adopted laws and regulations. 'Formal' beliefs are ideologies fixed in a written form in manuals, programmes of political parties and other documents.

4. Informal rules and beliefs are shared by actors, members of a certain community. Very often these rules and beliefs are linked with a cultural heritage of members of this community. Sometimes informal rules and beliefs are complementary to formal ones, sometimes it is not the case. The only possible source of information about informal rules and beliefs, and their complementarity or contradiction to formal rules and beliefs, are members of this community, bearers of these informal rules and beliefs.

5. The task of the researcher is to contact actors by interviewing them, participating in their activities (participant observation) or even making the

research together with them (action research) in order to understand rules and beliefs that guide their activities.

6. Last but not least, because rules and beliefs of the present almost always have roots in the past, researchers should study their historical evolution in order to understand current rules and beliefs.

This outline should orient pragmatist institutional economists in data gathering concerning certain area under study but no other theory or idea should influence this process. Some categories made out from the analysis of the data, including transcripts of interviews, could mark some discovered phenomena when others could contribute to the understanding of discovered or already met phenomena. The pragmatist institutional research should follow the logic of discovery of unknown and understanding of this unknown based on the collected data and should not follow the logic of verification of some preconceived theories or hypothesis.

This paper is an appeal to economists to adopt the pragmatist method. This method, in its modern form related to social sciences, is Qualitative Research. It is called «qualitative research» because it deals with primarily qualitative data but its most important characteristic is its affiliation to the pragmatist paradigm (see Table 1 in section 1). The modern cognition science confirms as realist this pragmatist paradigm of research. Table 3 in section 3 of the paper shows the difference between the qualitative research and more traditional quantitative research which follows the positivist paradigm. The qualitative research includes basic or generic qualitative research, ethnographic study, case study, life story study, phenomenological study, grounded theory and action research. For data gathering it uses existing texts, semi-directive interviews and participant observation. Among different types of qualitative research Grounded Theory for theorising and Action Research for field experiments are most advanced. Grounded Theory can be considered as an explicit application of the model of cognition for social research. The core of this model elaborated by cognition science is the process of categorisation. Grounded Theory is a method of theorising based on collecting and gradual processing of qualitative data with the objective of creation of categories/concepts emerging from this data. Action Research method supposes the highest degree of contacts between researchers and actors in the framework of experiments and in this way it reduces the cognition gap between them and creates some kind of a larger investigating community interested in the success of the research. At last, pragmatist experimental institutional economics carry out economic experiments in the form of gaming simulation which may be considered as institutional modelling [100]. Participants in these experiments are not considered as passive subjects, they are not undergraduate students but real actors, and take part in the research process which could be characterised as some kind of brainstorming sessions in a mixed team of actors and researchers on the basis of a computer based simulation.

## REFERENCES

1. Atkinson R. (1998), *The Life Story Interview*, Thousand Oaks: Sage Publications.
2. Alston L.J., T. Eggertsson and D.C. North, eds. (1996), *Empirical Studies in Institutional Change*, Cambridge: Cambridge University Press.

3. Bazzoli L. (1999), *L'économie politique de John R. Commons. Essai sur l'institutionnalisme en sciences sociales*, Paris: L'Harmattan.
4. Berger P. and T. Luckman (1991), *The Social Construction of Reality*, London: Penguin Books.
5. Blaug M. (1985), *Economic Theory in Retrospect*, Cambridge: Cambridge University Press.
6. Blumer H.(1969), *Symbolic Interactionism. Perspective and Method*. Englewood cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
7. Bush P.D. (1993), «The Methodology of Institutional Economics: A Pragmatic Instrumentalist Perspective», in (Tool, 1993), pp. 59–118.
8. Commons J.R. (1924), *Legal Foundations of Capitalism*, reprinted New Brunswick: Transaction Publishers, 1995.
9. Commons J.R. (1932) «The problem of correlating law, economics and ethics», in Rutherford M. and W.J. Samuels (eds) *John R. Commons. Selected Essays, Volume Two*. New York : Routledge, 1996, pp. 453–473.
10. Commons J.R. (1934a), *Institutional Economics. Its Place in Political Economy*, reprinted New Brunswick: Transaction Publishers, 1990.
11. Commons J.R. (1934b), *Myself. The Autobiography of John R. Commons*, reprinted Madison: The University of Wisconsin Press, 1964.
12. Comte August (1975), *Cours de philosophie positive*, Paris : Hermann.
13. Corei T. (1995), *L'Economie Institutionnaliste*, Paris: Economica.
14. Cyert R.M. and J.G. March (1963), *A Behavioral Theory of the Firm*, Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.
15. Davis D.B., D.W. Hands and U. Maki, eds. (1998), *The Handbook of Economic Methodology*, Cheltenham, U.K.: Edward Elgar.
16. Davis D.D. and C.A. Holt, eds. (1993), *Experimental Economics*, Princeton, N.J.: Princeton University Press.
17. Debzau A.T. and D.C. North (1994), «Shared Mental Models: Ideologies and Institutions», *Kyklos*, 47 (1), pp. 3–30.
18. Denzin N.F. and Y.S. Lincoln, eds. (2000), *Handbook of Qualitative Research*, Thousand Oaks: Sage Publications.
19. Denzin N.K. (2001), *Interpretive Interactionism*, Thousand Oaks: Sage Publications.
20. Dey I. (1999), *Grounding Grounded Theory. Guidelines for Qualitative Research*, London: Academic Press.
21. Dewey J. (1938), *Logic: The Theory of Inquiry*, New York: Henry Holt and Company.
22. Earl P.E., ed. (1988), *Behavioural Economics*, Aldershot, UK: Edward Elgar.
23. Ferber R. and W.Z. Hirsch (1982), *Social Experimentation and Economic Policy*, Cambridge: Cambridge University Press.
24. Fligstein N. (2001), *The Architecture of Markets. An Economic Sociology of Twenty-First-Century Capitalist Society*, Princeton, N.J.: Princeton University Press.
25. Friedman D. and S. Sunder (1994), *Experimental Methods. A primer for Economists*, Cambridge: Cambridge University Press.
26. Friedman M. (1953), «Methodology of Positive Economics», in Milton Friedman, *Essays in Positive Economics*, Chicago: The University of Chicago Press, pp. 3–43.
27. Fullbrook E., ed. (2003), *The Crisis in Economics, The post-autistic economics movement: the first 600 days*, London: Routledge.
28. Furubotn E.G. and R. Richter (1998), *Institutions and Economic Theory. The Contribution of the New Institutional Economics*, Ann Arbor: The University of Michigan Press.
29. Glaser B.G. and A.L. Straus (1967), *The Discovery of Grounded Theory: Strategy for Qualitative research*, Chicago: Aldine Publishing Company.
30. Gomm R., M. Hammersley and P. Foster, eds., (2000), *Case Study Method : Key Issues, Key Texts*, Thousand Oaks: Sage Publications.

31. Greenblat C.S. and R.D. Duke, eds. (1975), *Gaming-Simulation. Rational, Design, and Applications*, Newbury Park: Sage Publications.
32. Greenwood D.J. and M. Levin (1998), *Introduction to Action Research. Social Research for Social Change*, Thousand Oaks: Sage Publications.
33. Guerrien B. (2002), «Is There Anything Worth Keeping in Standard Microeconomics», in (Fullbrook, 2003), pp. 104–107.
34. Hamel J. (1993), *Case Study Methods*, Newbury Park: Sage Publications.
35. Hands D.W. (2001), *Reflection without Rules. Economic Methodology and Contemporary Science Theory*, Cambridge (UK): Cambridge University Press.
36. Hey J.D. and G. Loomes, eds. (1993), *Recent Developments in Experimental Economics*, 2 vols., Aldershot (UK): Edward Elgar
37. Hodgson, G.M. (1988), *Economics and Institutions*, Cambridge: Polity Press.
38. Hodgson, G.M., W.J. Samuels and M. R. Tool, eds. (1994), *The Elgar Companion to Institutional and Evolutionary Economics*, in two volumes, Aldershot (UK): Edward Elgar.
39. Hodgson, G.M. (2003), «John R. Commons and the Foundations of Institutional Economics», *Journal of Economic Issues*, Vol. XXXVII, n° 3, September, pp. 547–576.
40. James W. (1890), *Principles of psychology*, New York: Holt.
41. Joas H. (1993), *Pragmatism and Social Theory*, Chicago: University of Chicago Press.
42. Joscov P.W. (2003), *New Institutional Economics: A Report Card*, [www.isnie.org](http://www.isnie.org)
43. Kagel J.H. and A.L. Roth (1995), *The Handbook of Experimental Economics*, Princeton, N.J.: Princeton University Press.
44. Kasper W. and M. E. Streit (1998), *Institutional Economics, Social Order and Public Policy*, Cheltenham, UK: Edward Elgar, 1998.
45. Kuhn T.S. (1970), *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago: University of Chicago Press.
46. Levin M. and D. Greenwood (2001), «Pragmatic Action Research and the Struggle to Transform University into Learning Communities», in (Reason and Bradbury, 2001), pp. 103–113.
47. Locke K. (2001), *Grounded Theory in Management Research*, Thousand Oaks: Sage Publications.
48. Martin J. (2001), *Organizational Behaviour*, London: Thomson Learning.
49. Mead G.H. (1934), *Mind, Self, & Society*, Chicago: The University of Chicago Press.
50. Ménard C., ed. (2000), *Institutions, Contracts and Organizations. Perspectives from New Institutional Economics*, Edward Elgar: Cheltenham.
51. Merriam S.B. (2001), *Qualitative Research and Case Study Applications in Education*, San Francisco: John Wiley & Sons.
52. Mini P. (1994), «Cartesianism in Economics», in (Hodgson, Samuels and Tool, 1994), pp. 38–42)
53. Mirowski Ph. (1987), «The Philosophical Bases of Institutionalist Economics», *Journal of Economic Issues*, Vol. XXI, n° 3, September, pp. 1001–1038.
54. Morse J.M. ed., (1994), *Critical Issues in Qualitative Research Methods*, Thousand Oaks: Sage Publications.
55. Morales A. , ed. (2003), *Renascent Pragmatism*, Aldershot: Ashgate.
56. Mucchielli A., ed. (1996), *Dictionnaire des méthodes qualitatives en sciences humaines et sociales*, Paris: Armand Colin.
57. North D.C. (1981), *Structure and Change in Economic History*, New York: W.W. Norton & Company.
58. North D.C. (1990), *Institutions, Institutional Change, and Economic Performance*, Cambridge: Cambridge University Press.
59. North D.C. (1998), «Institutions and Economics», in Bechtel W. and G. Graham, eds., *Companion to Cognitive Science*, Blackwell Publishers: Oxford, pp. 713–721.
60. North D.C. (2000), «Understanding institutions», in Ménard (2000), pp. 7–10.
61. North D.C. (2003), *The Role of Institutions in Economic Development*, Occasional paper No.1, New York and Geneva: Economic Commission for Europe, United Nations.

62. Peirce C.S. (1868) «Some Consequences of Four Incapacities», in Peirce (1992), pp. 28–55.
- 62a. Peirce C.S. (1877) «The Fixation of Belief», in Peirce (1992), pp. 109–123.
63. Peirce C.S. (1878), «How to Make Our Ideas Clear», In Peirce (1992), pp. 124–141.
64. Peirce C.S. (1903a), «The Nature of Meaning». in Peirce (1998), pp. 209–225.
65. Peirce C.S. (1903b), «Pragmatism as a Logic of Abduction», in Peirce (1998), pp. 226 – 241.
66. Peirce C.S. (1905), «What Pragmatism Is», in Peirce (1998), pp. 331–345.
67. Peirce C.S. (1992), *The Essential Peirce. Selected Philosophical Writings*, Vol. 1, Bloomington: Indiana University Press.
68. Peirce C.S. (1998), *The Essential Peirce. Selected Philosophical Writings*, Vol. 2, Bloomington: Indiana University Press.
69. Polanyi K. (1957), «The Economy as Instituted Process», In Granovetter M. and R. Swedberg, eds., (2001), *The Sociology of Economic Life*, Oxford: Westview Press, pp. 31–50.
70. Poupart J. et al. (1997), *La recherche qualitative. Enjeux épistémologiques et méthodologiques (Qualitative Research. Epistemological and Methodological Issues)*, Boucherville (Quebec): Gaëtan Morin.
71. Ramstad Y. (1986), «A Pragmatist's Quest for Holistic Knowledge: The Scientific Methodology of John R. Commons», *Journal of Economic Issues*, Vol. XX, n° 4, December, pp. 1067–1105.
72. Reason P. and H. Bradbury, eds. (2001), *Handbook of Action Research*, Thousand Oaks: Sage Publications.
73. Roth A. E. (1988), «Laboratory experimentation in Economics: A Methodological Overview», *Economic Journal*, 98 (393), December, pp. 947–1031.
74. Rutherford M. (1996), *Institutions in Economics: The Old and the New Institutionalism (Historical Perspectives on Modern Economics)*, Cambridge: Cambridge University Press.
75. Saunders D. and N. Smally, eds. (2000), *The International Simulation and Gaming Research Yearbook Volume 8. Simulation and Games for Transition and Change*, London: Kogan Page Limited.
76. Schutz A. (1967), *The Phenomenology of the Social World*, Northwestern University Press.
77. Seckler D. (1975), *Thorstein Veblen and the Institutionalists: A Study in the Social Philosophy of Economics*, Colorado: Colorado Associated University Press, Boulder.
78. Silverman D. (1993), *Interpreting Qualitative Data. Methods for Analysing Talk, Text and Interaction*, Thousand Oaks: Sage Publications.
79. Silverman D., ed. (1997), *Qualitative Research. Theory, Method and Practice*, Thousand Oaks: Sage Publications.
80. Simon H. (1977), *New Science of Management Decision*, Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.
81. Smith V.L. (1982), «Microeconomic Systems as an Experimental Science», *American Economic Review*, 72 (5), December, 923 – 55 (pp. 61–93)
82. Smith V.L. ,ed. (1990), *Experimental Economics*, Aldershot (UK): Edward Elgar.
83. Stake R.E. (1995), *The Art of Case Study Research*, Thousand Oaks: Sage Publications.
84. Sternberg R. J. and T. Ben-Zeev (2001), *Complex Cognition. The Psychology of Human Thought*, Oxford: Oxford University Press.
85. Strauss A. L. (1987), *Qualitative Research for Social Scientists*, Cambridge: Cambridge University Press.
86. Strauss A. and J. Corbin (1998), *Basics of Qualitative Research. Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory*, Thousand Oaks: Sage Publications.
87. Stringer E.T. (1999), *Action Research*, Thousand Oaks: Sage Publications.
88. Thomas W.I. and F. Znaniecki (1926), *The Polish Peasant in Europe and America*, 2 vols., New York: Knopf.

89. Tool M. R. ed. (1993), *Institutional Economics: Theory, Method, Policy*, Boston /Dordrecht / London: Kluwer Academic Publishers, 1993.
90. Usunier J.-C., Easterby-Smith M. et R. Thore (2000), *Introduction à la recherche en gestion*, Paris : Economica.
91. Veblen T. (1919), *The Place of Science in Modern Civilization*, New Brunswick: Transaction Publishers, reprinted in 2002.
92. Ward B. (1966), «Institutions and Economic Analysis», in *The Structure of Economic Science*, ed. Roy Krupp, Englewood Cliffs: Prentice-Hall, N.J., pp. 184–200.
93. Weber M. (1978), *Economy and Society: An Outline of Interpretative Sociology*, 2 vols., Berkeley: University of California Press; first published in 1921–1922.
94. Wilkes A.L. (1997), *Knowledge in Minds. Individual and Collective Process in Cognition*, Hove, East Sussex, UK: Psychology Press.
95. Williamson O.E. (1975), *Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications*, New York: The Free Press.
96. Williamson O.E. (1985), *The Economic Institutions of Capitalism*, New York: The Free Press.
97. Williamson O.E. (2000), «The New Institutional Economics: Taking Stock, Looking Ahead», *Journal of Economic Literature*, XXXVIII (3), September, pp. 595–613.
98. Yefimov V. (1970), «Dvoystvenye otsenki v usloviakh neopredelionnosti» (Shadow prices under uncertainty), *Ekonomika i matematicheskie metody (Economics and Mathematical Methods)* N° 3, Moscow: Nauka.
99. Yefimov V. (1979), «On the nature of management simulation games», *Economicko-Matematicheskyy Obzor (Review of Econometrics)*, vol. 15, N° 4, Prague: Academia, pp. 403–416.
100. Yefimov V. (1981), «Gaming-simulation of the functioning of economic systems», *Journal of Economic Behavior & Organization*, vol. 2, N° 2, pp. 187–200.
101. Yefimov V. (1988), *Imitatsionnaya igra dlya systemnogo analiza upravleniya ekonomikoy (Simulation Game for System's Analysis of Economic Management)*, Moscow: Nauka.
102. Yefimov V. (1997), «Approche institutionnelle de l'analyse de la transition» (Institutional approach for transition analysis). *Revue d'études comparatives Est-Ouest*. Paris : C.N.R.S., N° 2, pp. 99–119.
103. Yefimov V. (2001) «Structures sociales en Russie, cellules et réseaux» (Social structures in Russia : units and networks), *Nouveaux Cahiers de l'IUED, Collection Enjeux*, N° 12, Paris & Geneva : PUF, pp. 29–52.
104. Yefimov V. (2003), *Economie institutionnelle des transformations agraires en Russie (Institutional Economics of Agrarian Transformations in Russia)*, Paris : l'Harmattan.

*Стаття надійшла до редакції 23.06.2015*

UDK 330.101 + 330.532

**E.N. VEDUTA, R.A. GULYAEV**

## **THE ESSENCE OF FICTITIOUS CAPITAL AND ITS ROLE IN THE DEVELOPMENT OF MODERN ECONOMIC CRISIS**

***Abstract.** Authors analyze the term «fictitious capital» in this article and show its nature and main principles of functioning. Transformation of fictitious capital through the economic cycle and modern forms of fictitious capital are reviewed in the article. As a result authors make a conclusion that it is necessary to divide real and fictitious capital on all stages of economic planning.*

***Keywords:** fictitious capital, real capital, economic cycle, crisis, speculation.*

### **Introduction**

The world economy is in global recession and it is encountering various challenging systemic problems. These problems emerge worldwide: debt crises in Greece and Puerto-Rico, influencing USA and EU, a stock market collapse in China, a production downturn in Russia and Ukraine that is accelerating under the pressure of international sanctions. Centralization of the world capital accelerates during the global economic crisis, social stratification increases and a threat of a strongarm ways of problem solving rises.

Fictitious capital has a major role in capital centralization and redistribution of profits in favor of the richest people. K. Marx and F. Engels were the first to explore this phenomenon. This non-production form of capital is unable to create surplus value and has a tendency to grow uncontrolledly and then to impair during a crisis that allows big companies to centralize smaller capitals for a lower price than normal. Apart from that, fictitious capital can be used as a tool of inflation import and property seizure by the means of world stock market and currency intervention of countries with reserve currencies. In addition, there is a dangerous tendency to equalize different forms of capital (real and fictitious) in a public discourse that is not only false, but also harmful for economy. This confusion often leads to inappropriate ways of solving economic problems by politicians and managers. That is why nowadays exploring of fictitious capital (that is exaggerating rapidly and is causing an increase of macroeconomic instability) and its separation from real capital (that is providing global and national extended reproduction) is extremely urgent. The purpose of this article is to disclose the essence of fictitious capital, its functioning and ways to prevent its negative consequences to provide circumstances for sustainable growth of life quality.

### **1. Concept of fictitious capital**

According to scientific definition [1] capital is production relations between a business owner and employees, when an owner carries all costs of labor and other factors of production to derive surplus value. Historically commodity and money capital are the first forms of capital. However, real capital becomes the main form

of capital in capitalist society, it participates in production of commodities and surplus value, its turnover provides the basis for commodity and money capital. Fictitious capital does not belong to these types of capital. A credit certificate is its physical bearer.

We are going to analyze principal distinctions between fictitious and other forms of capital to reveal its essence. To start, fictitious capital is an agent of real capital, but it does not represent tangible property. This means that, generally, it could not appear without real capital and represents it on the stock market, but it is not related directly with means of production and other objects that it represents. It entitles its owner to receive income. Then, fictitious capital has something in common with loan capital (it allows to attract additional funds), but it does not exist as money capital and thus it does not participate in a production turnover.

In addition, fictitious capital does not create surplus value, it only entitles its owner to get a part of income and thus to redistribute it. It has no ability to create any product or surplus value. Its owner capitalizes revenue in a form of a dividend or interest, but that is only a part of income created by real capital.

Finally, fictitious capital turnover does not match with real and loan capital turnover emerging as a result of separation capital as ownership from capital as a function. Consequently in our interpretation fictitious capital is capital that has its own circulation different from real capital in its production and money forms and that is a tool of redistribution of income (generated for the period) or wealth (accumulated previously).

Fictitious capital as a stock emerged as a tool of increasing of entity's abilities to perform capital-intensive projects (construction of railways, canals, etc.), renovation and development of production. This allowed entities to centralize capitals both friendly and hostile. After an initial floatation (when capital at its nominal value acts as a real capital) circulation of these securities on the stock exchange becomes independent. Among the others bonds, promissory notes, sales bills and other securities related to loan operations are attributed to fictitious capital. They all are titles of ownership, bringing profit to its owners in a form of an interest or a dividend. Accumulation of state bonds also relates to fictitious capital and means an increase in the number of the government creditors having a right to expropriate some money from the tax pool.

The circulation of titles of ownership (bonds, shares) creates an illusion that they form real capital. Nevertheless their price is not related to the price of real capital and changes depending on the size and the pledge of the future income. They become commodities with their own certain pricing mechanism and consequently with a freely fluctuating price.

As a result of fictitious capital evolution derivatives become its part as well as other securities. Derivatives add some new important abilities to fictitious capital: to hedge risks and to regulate the redistribution of the future income.

Nowadays they understand public capital as the aggregate of fictitious and real capital that confuses the principal distinction between them.

The increase of real capital is connected with the development of physical facilities to meet the growing public needs. At the same time an increase of fictitious capital reflecting in its market price is speculative, aiming not at the development of public production, but at maximization of their owner's income. In addition, public capital has almost endless potential to expand uncontrollably due to its fictitious part. Nevertheless, this expansion cannot be eternal, because only



real capital provides a basis for all profits. An advance growth of fictitious capital (in comparison with real capital) leads to a fall in capital profitability in a whole and increasing instability in economy down to systematic crises. Moreover, fictitious capital's role and development changes significantly during different stages of economic cycle.

## **2. Fictitious and real capital during different stages of economic cycle**

Public production is spontaneous due to the lack of coordination between production abilities and public needs. This randomness generates disproportionality of economic development: disparity of production in different sectors, of savings and consumption. As a result of chaotic actions of all subjects economic development becomes fluctuating, slumps change periods of growth such movement was called an economic cycle. K. Marx described movement dynamics of real and fictitious capital on different stages of economic cycle [1].

Finished products are sold slowly during the recession stage, so reproduction process ceases: equipment does not work effectively, there is an excess of inventories. Credit becomes called-for, so the interest rate rises. Unemployment grows due to the bankruptcy of small entities and layoffs on big ones, total production decreases. Capital owners consider ineffective to invest at this profit margin. Thus the basis of fictitious capital is destroyed: it has its own movement, nevertheless, it is closely connected with the real one. Fictitious capital decreases, the volume of speculative deals falls due to the poor market conjuncture. Market prices hit its bottom.

Business activity is extremely low on a zero stage of economic cycle (depression stage). Entities that realized a need to change their ordinary business schemes show first signs of reviving. This could be the search of the new market, equipment modernization for getting a competitive advantage, restructuring for a different function for a new market niche, implementing of a new production automatic control system (ACS) that increases management decision effectiveness. Real capital is the first to revive after crisis, so a recovery stage begins.

After such massive changes new growth sectors in economy emerge, where profit and employment increases; afterwards this process embraces the whole economy. After real capital recovery, fictitious capital starts to grow. Number of speculative deals rises, securities' turnover increases and business activity grows steadily. In a certain moment volume of fictitious capital exceeds real capital generating additional risks, provoking economic instability and market indicators fluctuation. During a prosperity stage, when real capital ceases its growth and production facilities have nearly reached its maximum output, fictitious capital has a potential for almost uncontrolled growth. Real investments that were prevalent at a recovery stage are replaced by financial and speculative due to its higher rate of return, entrepreneurs make more and more risky affairs sure on their success. Nevertheless, fictitious capital cannot grow infinitely, because only real capital generates basis to its existence.

As a result, of implementing of new technologies and management rationalization average costs fall, commodity supply increases its demand and causes overproduction. Development disproportion enlarge, overstocking emerges and inventory growth makes companies to decline production. A recession stage starts from this moment, production and real capital are reducing, total income falls

cause of unemployment (for households) and profit margin decrease (for entities), so does the total expenditure as well. Fictitious capital has a certain independence and continues to increase despite the tendency of public capital development. A fictitious demand in an economy maintained by bank loans disguises overproduction and exceeds the solvent demand. An unemployment rate growth, fall of the level of income and expenditure in an economy, increase of costs and reducing of a profit margin lead to the situation, when crisis of disproportional development effects the circulation sector. An industrial crisis is accompanied with a credit and monetary crisis. While real capital brings less profit so do securities and, consequently, they lose their value. Market gamblers, whose purpose is to draw speculative profit, and broad public effected by stock exchange panic attempt to sell securities as soon as possible whatever the price to get some profit and minimize loss. Fictitious capital bubbles burst and market gamblers lose their money. The number of loan operations slumps, there is a chaos in an economy effected by bankruptcies of banks and insurance companies. Credit and monetary crisis in its turn aggravates industrial crisis, weak entities disappear from the market, and centralization of financial and industrial capital accelerates, when big companies acquire small ones that went bankrupt during the crisis.

To sum up, spontaneity of economic development determine its disproportionality and cyclicality. Fictitious capital increases following real capital and participates in distribution and redistribution of a surplus value generated by real capital. During a prosperity stage fictitious capital due to its potential to uncontrollable growth leads to sharpening of public and industrial risks. During a recession, economy generates less surplus value than it used to, and redistribution process and fictitious capital lessen. When a crisis hits its bottom, total output reaches its minimum and the last fictitious capital bubbles burst.

### **3. Fictitious capital in a modern economy.**

The essence of fictitious capital remains the same since its appearance: it serves solely to redistribution of generated profit and accumulated income. Globalization, conducted in favor of the world capital centralization by financial oligarchy, not only assists the growth of fictitious capital's volume, but also provokes creation of its new forms, enlarging opportunities to manipulate fictitious capital. Main factors that stimulate this process are dollar-based world monetary system, development of the world loan market, conversion to floating exchange rates and oil shocks.

Unsteadiness of exchange rates, share quotations and interest rates is used as an element of a speculative game and assists development of hedging of the financial operations. Constant rate changes allow deriving an income from buying and selling securities and from commodity prices' fluctuations that are extremely vulnerable to speculations. On the edge of the XX and XXI centuries speculative factors formed 15-20% of the oil price on the market grace to the activity of hedgers and the fact that oil demand exceeded its supply [4]. This led to a critical fall of the oil prices in 2008 and 2014. Modern abilities of redistribution of assets and centralization of the cash flows significantly exceed previous ones.

Higher turnover rate and profit margin in financial markets (especially derivative market) than in production provokes moving of cash flows to speculative activities. As a result, a share of industrial and infrastructural projects declines in time in favor of financial ones, long-term operations give place to short-

term and real investments are changed by speculations. This tendency boosts a growth of disproportionality of the world economy's development and, consequently, a rise of fluctuating of its main indicators, increase of its vulnerability and, as a result, strengthen global crisis. All forms of fictitious capital are used not only for profit redistribution, but also for centralization of the real capital in favor of the world financial oligarchy. Historically shares were a reflection of the invested real capital and were a title of ownership that granted an ability to devise an income, but then they acquired their own circulation on the stock market with different from their nominal value prices. Market prices' fluctuation, especially during the crisis, directly influences entities. During financial crises (especially beginning from the XX century) fictitious capital is used as a leverage for monopolization of industries, in other words for acquiring real capital (owning by small capitalists and generating real output) by big companies. In view of general chronic inflation and mounting economic crises accompanied with depreciation of securities and other forms of fictitious capital centralization process accelerates.

State bonds is another form of fictitious capital. Despite the fact that they are essentially used for financing large infrastructural and other long-term projects under state control, then these instruments gain their own circulation on the bond market. Nowadays a size of such markets is extremely padded. USA national debt financing mainly by state bonds exceeds its GDP, same indicators of developed European countries reach 90% of GDP in view of a growth of inflation, unemployment rates and general recession in the world economy. Countries tend to use bonds as a tool of monetary politics that change money supply. Nevertheless, this is fictitious capital and it is unable to create surplus value and to revive economy truly.

In addition, the essence of other tools used by the government for increasing state income and project financing, such as privatization of state property and creation of pension funds are also operations with fictitious capital. Privatization means only a change of the title of ownership in favor of private parties and filling of state budget by fictitious capital with no real production behind. The same is the situation with pension funds that use their capital on financial markets and increase the volume of fictitious capital.

Nowadays in the light of global economic crisis issue of reserve currencies (that are not boosted by real production) is the main source of fictitious capital, mainly the US dollar. This sphere developed rapidly after creation of world loan market in 1958 (euromarket). In what follows, usage of excess fictitious capital as a tool of export of inflation to developing countries to acquire their real capital increased significantly after the first oil shock and the creation of Kingston exchange system in 1976 (liquidation of gold-exchange standard). The second oil shock provoked the creation of special development zones that together with euromarket brought down the last barriers of free circulation of fictitious capital on the supranational level for the benefit of the largest transnational companies and other groups of interest. Grace to well-coordinated actions of developed countries they succeed in liberalization of financial markets for consequent facilitation of the export of fictitious capital to developing countries (especially ex-communist countries), for which they have to pay with their real capital [2].

The general scheme of this process is the following: solvency crisis of developing countries, their corporations and entities compels them to search sources of financing on the euromarket. Nevertheless, foreign capital attracted this

way is fictitious not only by its form, but also by the essence: in modern economy reserve currencies are almost not boosted by the real production. It is used to export inflation, to restore solvency of recipient-country's entities and to consult them to perform institutional reforms under terms stimulating acquisition of their real capital by the world financial oligarchy. Such loans make recipient-countries dependent not only economically, but also politically from exporters of fictitious capital.

In addition, countries include indicators of real and fictitious capital equally into their international balance of payment following the recommendations of IMF. Such mixing under one general category «capital» allows countries that have reserve currencies to drop disadvantages of their crisis development on other countries. Exporters of fictitious capital «produce» the most profitable commodity in the world – reserve currencies; it costs nothing, but it is accounted in their balance of payment equally with the imported real capital, such as raw materials, produced in countries that have no rights to issue reserve currencies. This process provides acquisition of real capital of countries and regions by the world financial oligarchy.

That is the reason why recipient-countries and members of monetary-based economic blocks (Greece and Ireland for Germany in EU, Puerto-Rico for the USA) become victims of the global crisis in the first place. Usually we observe the following situation: national economies that produce real production goes bankrupt because of the padded bubble of fictitious capital and have to spend their money on the debt servicing and not on the development of real capital; donor-countries buy up cheaply this real capital grace to devaluation of their national currency. Thus, recipient-countries pay for the fictitious capital with their real property, which leads to the fall of their citizens' standards of living. We witness a capital centralization on the supranational level and a «globalization with export of poverty to the periphery of the world economy» [3].

A scientific strategic economic planning is needed for recipient-countries to struggle against global economic crisis that allows liquidating its source – disproportionality. An exact distinction of real capital (that participates in real production) and fictitious capital (that circulates to redistribute income and wealth) is necessary. The practice of fictitious loans providing spontaneous capital centralization in favor of big capitalists must be ceased.

Real investments should be a switch of this plan with full supply of equipment, inventory and other material resources that allow increasing total output in the future. The main goal of planning of the economy is a calculation of production chains providing the maximization of the products' output required by final consumer (households, government, exporters and others) through implementing of new technologies. This process is described in the dynamic model of interindustry balance designed by scientist-cyberneticist N. I. Veduta. Cybernetic economic organization allows increasing significantly effectiveness of managerial decisions to escape economic cyclicity and to start a sustainable development of standards of living.

## **Conclusion**

Fictitious capital refers to titles of ownership that allows capital centralization for big industry projects, but it always has its own circulation and provides

redistribution of income and wealth in favor of their owners. It develops together with capitalism that is characterized by a spontaneous economic organization and cyclicity – constant changing of the periods of growth and recession.

A lack of coordination of production abilities and public needs leads to disproportionality of different industries, of supply and demand. The final reason to every economic crisis is a scarcity of mass consumption. This disproportionality is a basis for loan relationships and fictitious capital. Defaults in payments lead to insolvency, bankruptcy and a monetary crisis. At this time interest rates increase, security prices fall and big capitalists centralize capital. The first signs of recovery show entities that realize a need to change the business model. Every consequent crisis leads to strengthening of the world financial oligarchy and to the growing instability of the world economy with prevalent strongarm methods of problem solving.

Fictitious capital plays an important role in developing of the world model based on economic chaos through accelerating of capital centralization. A lack of funds to prevent insolvency entities and governments of developing countries supply with numerous forms of fictitious capital on primary and secondary markets mainly based on US dollars that are issued in exchange for the recipient-countries' real capital. Big capitalists centralize capital to acquire smaller entities at a lower price during subsequent economic crisis when bubble of fictitious capital «shrinks».

Countries need a clear vision of differences between real and fictitious capital on all levels to struggle with the crises and an understanding that keenness on speculative operations with higher profitability in short-term outlook leads to growth of fluctuation of all indicators and to increase of vulnerability in medium term outlook. In long term outlook this leads to systematic crises and failure of world financial system. Success in the field of switching from chaotic development and participating in international speculations, aimed at redistribution of the gross product with the help of fictitious capital to development of real capital and real production.

A crisis is not only a threat, but also a possibility of conversion to the new level of country's competitiveness in realization of a sustainable growth of standards of living. Only countries that gain a competitive advantage in public administration with the help of economic cybersystem (that enhances effectiveness of managerial decisions in providing a proportional sustainable economic growth) will be able to overcome modern global economic crisis. This relates not only to recipient countries of capital but also to donor-countries.

## LITERATURE

1. Marx K. Das Kapital. Volume 3. Political literature est., 1970.
2. Veduta E.N. «State strategy and economic politics». – M. High Education, 2002.
3. Veduta E.N. «Intersystem adjustment of global economic model», international scientific magazine «Mathematical modelling in economics », Kiev, 2015, № 2 (3).
4. Gulyaev R.A. «Fictitious essence of stabilization funds of Russia» TvSU magazine. Series: Economics and management, 2014, № 20.

*Стаття надійшла до редакції 27.07.2015*

UDK 004.942

M. VOCHOZKA, Z. ROWLAND

## PREDICTION OF THE FUTURE DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION COMPANIES BY MEANS OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS ON THE BASIS OF DATA FROM THE CZECH REPUBLIC

**Abstract.** *The construction sector is one of the main pillars of an advanced economy. It is the first sector to indicate potential national economic problems. In a similar way it is the first sector to show signs of recovery when an economy is coming out of recession or crisis.*

*The aim of this article is to apply a neural network to be able to predict potential financial problems in construction companies in the Czech Republic.*

*Data on all construction companies in the Czech Republic over the period 2003-2013 were used for the modelling of the neural network. The data file contained 67,000 records. These records included both financial statements and non-accounting data (e.g. data on company employees).*

*The following networks were used for modelling the neural network: a linear network, a probabilistic neural network (PNN), a generalised regression neural network (GRNN), a radial basis function network (RBF), a three-layer perceptron network (TLP) and a four-layer perceptron network (FLP).*

*The analysis resulted in a concrete model of an artificial neural network. The neural network is able to determine with more than ninety per cent accuracy whether a company is able to overcome potential financial problems, within how many years a company might go bankrupt, or whether a company might go bankrupt within one calendar year. The text also includes the basic statistical characteristics of the examined sample and the achieved results (sensitivity analysis, confusion matrix, etc.).*

*The model can be exploited in practice by construction company managers, investors looking for a suitable company for capital investment, competitors, etc.*

**Keywords:** *construction company, financial problems, prediction, artificial neural network, model.*

### Introduction

Traditional methods supporting financial decision making include «consumer credit scorecards» (Mester, 1997, Reichert at al., 1983, Rosenberg and Gleit, 1994, [8]) and discrimination models for the assessment of a company's financial health (Altman at al., 1995, Reichert at al., 1983, [1]). Both are basically linear models with multiple variables. A neural network is a flexible non-parametric modelling tool for designing a prediction model based on logical links (formulae) between historic data. Schemes in historic data may often exist in both spatial and time planes. A conventional MLP NN (Multiparametric Neuron Network) focused on the retrospective revelation of error algorithms is arranged in such a way as to define constant schemes that do not vary with time.

Neural structures have recently come to the fore as the preferred method for predicting the collapse of a society (Kumar and Ravi, 2007, [5]). The work by Odom and Sharda (1990, [9]) was one of the first studies to apply neural networks to the issue of bankruptcy prediction. Odom and Sharda used Altman's relative financial indices as inputs for neural networks to which they subsequently applied their methods. These methods included MDA to compare a certain number of US companies, both solvent and insolvent, whereby the data used for bankrupt companies came from their last financial statements prior to declaring bankruptcy. They took into account 128 companies and performed several trials. During these trials the proportion of declining and prospering companies in the examined sample were changed. The method of artificial neural networks achieved a Type I classification accuracy within the range 77.8% – 81.5% (depending on the examined sample) and Type II accuracy within the range 78.6 – 85.7%. The corresponding results for MDA for Type I accuracy were within the range 59.3% – 70.4% and for the Type II accuracy 78.6% – 85.7%.

Foreign sources offer an overview of various neural network types, including MLP NN (Multiparametric Neuron Networks), probability neural networks (PNN), auto-associative neural networks (AANN), self-organizing maps (SOM), learning vector quantization (LVQ) and cascade correlation (Cancor). A lot of these studies focused on comparing neural networks with classic statistical techniques like factor analysis, logit analysis and various forms of discrimination analyses. A lot of these cases show that neural networks provide a more accurate prediction of bankruptcy than parametric statistical approaches. However, the results are also often diverse. Tam and Kiang (1992, [13]) compared different types of models when the application of neural networks to bankruptcy examination first began. They studied MDA, LA, K-nearest neighbour (KNN), decision tree classification algorithm (ID3), single-layer neural networks and multi-layer neural networks. The used neural networks were the standard of back-propagation (BPNN). The multi-layer neural network was the most suitable for the prediction of bankruptcy based on relative financial indices one year prior to bankruptcy. In comparison, logit-analysis achieved better results for the two-year period prior to bankruptcy. When Salchenberger, Cinar and Lash (1992, [12]) analysed bankruptcies of thrifts, they found that BPNN substantially outclassed logit analysis. For example, an 18-month prediction LA achieved a classification accuracy of 83.3% – 85.4% (depending on some threshold values), while NN reached 91.7%. Coats and Fant (1993, [4]) found when they compared BPNN and MDA that BPNN was better in general, although it had larger variances in the classification of the results depending on the time period used. Altman et al. (1995) compared the BPNN and MDA methods in the field of failure prediction on 1,000 Italian companies. According to their conclusions MDA showed slightly better results than BPNN in its predictions for the one-year period. Boritz, Kennedy and Albuquerque (1995, [3]) compared numerous techniques, including various BPNN, LA and MDA procedures. The comparison results were inconclusive. In a lot of studies BPNN showed better prediction ability of company failure than MDA and the other aforementioned techniques. It is for this reason that new hybrid techniques and genetic algorithms have recently come to the fore. Lee et al. (1996, [6]) tested combinations of models like MDA, ID3, SOM and BPNN. They compared the predictive abilities on Korean companies and drew the conclusion that SOM together with neural

networks achieved the best results. Zhang et al. (1999, [14]) used a fivefold scheme of mutual validity control on a group of manufacturing companies and compared BPNN with LA for bankruptcy prediction. BPNN was again substantially better than LA. McKee and Greenstein (2000, [6]) developed an approach based on decision trees. They tested this approach on a sample of American companies based on data a year prior to bankruptcy. Their method achieved better results than MDA and BPNN for Type II classification errors but worse results for Type I classification errors. Atiya (2001, [2]) developed new indices obtained from the securities market. The application of these indices together with traditional relative financial indices brought substantial improvements in the accuracy of bankruptcy predictions. The predictions were based on financial data three years prior to bankruptcy.

The aim of this article is to exploit neural networks for the prediction of potential financial problems in construction companies in the Czech Republic.

## 1. Material and Methodology

The information on companies given below comes from the Albertina database. The data covers all the construction companies which operated on the Czech market between the years 2003-2013 and which fall under the CZ-NACE classification under Section F. The following activities are included – construction of buildings, civil engineering and specialized construction activities.

The file contains a total of 67,492 rows of data in columns labelled:

- company name (15,189 companies);
- region;
- list of annual financial statements between 2003-2013;
- list of additional data.

MS Excel was used for the preparation of the data file. The data (financial as well as non-financial) for each company for each year was always presented on one line. The file containing the 67,492 records of construction companies for individual years, including 100 characteristics on each company, was imported into Statistica software by DELL. The data was subsequently processed by an intelligent problem solver.

An artificial neural structure was sought that would be able to classify each company on the basis of the input data into one of the following groups:

- solvent company;
- company that will go bankrupt in the current year;
- company that will go bankrupt in 2 years;
- company that will go bankrupt in the future.

First we determined the characteristics of the individual companies. We had to define the output category quantity. These were defined on the basis of the values presented in the column «final status» in the excel sheet. The category output quantities are «Financial Statement Extent», «Financial Statement Structure» and the «Auditor's Statement». All the items shown from the financial statements are continuous quantities.



Once this exercise was completed, 1,000 artificial neural structures<sup>1</sup> were generated, of which the 10 most suitable were retained. For the model, linear neural networks, probabilistic neural networks, radial basis function neural networks, three-layer perceptron networks and four-layer perceptron networks, were utilised. For the radial basis function neural network we used 1 up to 15,998 hidden neurons. The 2nd layer of the three-layer perceptron network contained 1 up to 100 hidden neurons. The 2nd and the 3rd layers of the four-layer perceptron network both contained 1 up to 100 hidden neurons.

## 2. Results – Production Function

1,000 artificial neural networks were generated on the basis of the set parameters. 10 artificial neural networks showing the best characteristics were retained for further assessment and subsequent processing. The results of the analysis are given in Table 1.

Table 1 – Models of artificial neural networks showing the best characteristics<sup>2</sup>

Index	Profile	Train Perf.	Select Perf.	Test Perf.	Train Error	Select Error
1	MLP 1:4-33-61-4:1	0.943588	0.945240	0.944865	1.430218	1.541917
2	MLP 2:7-88-63-4:1	0.038504	0.037695	0.038320	1.002620	1.040046
3	MLP 15:15-54-66-4:1	0.943182	0.945052	0.944427	0.586112	0.591007
4	Linear 84:86-4:1	0.944432	0.945490	0.944865	0.160929	0.163963
5	Linear 90:98-4:1	0.944307	0.945490	0.944615	0.160849	0.162028
6	PNN 88:93-31997-4:1	0.944245	0.946052	0.945427	0.162359	0.160338
7	PNN 87:92-31997-4:1	0.944245	0.946052	0.945427	0.162360	0.160335
8	RBF 61:69-328-4:1	0.943870	0.945490	0.944802	0.159620	0.158623
9	RBF 61:69-359-4:1	0.943713	0.945115	0.944802	0.159637	0.158612
10	RBF 61:69-360-4:1	0.943870	0.945427	0.945052	0.159324	0.158588

Index	Test Error	Training/Members	Inputs	Hidden(1)	Hidden(2)
1	1.453480	BP100,CG20,CG0b	1	33	61
2	1.014261	BP100,CG20,CG0b	2	88	63
3	0.583500	BP100,CG20,CG0b	15	54	66
4	0.160875	PI	84	0	0
5	0.160743	PI	90	0	0
6	0.160657		88	31,997	0
7	0.160657		87	31,997	0
8	0.159088	SS,KN,PI	61	328	0

<sup>1</sup>Unless the improvement in the individual trained networks is significant the training of neural networks can be shortened.

<sup>2</sup>A linear neural network is indicated as Linear, probabilistic neural network as PNN, generalized regression neural network as GRNN, radial basis network as RBF and multi-layer perceptron network as MLP.

Continued (Table 1)

Index	Test Error	Training/Members	Inputs	Hidden(1)	Hidden(2)
9	0.159930	SS,KN,PI	61	359	0
10	0.159093	SS,KN,PI	61	360	0

Multiple perceptron networks with two hidden layers were retained among the ten best networks, see lines 1 – 3 of the table. Two linear neural networks, two probabilistic neural networks and three radial basis function neural networks then follow.

Figure No. 1 shows a schematic illustration of a multiple perceptron network with two hidden layers, namely MLP 1:4-33-61-4:1.

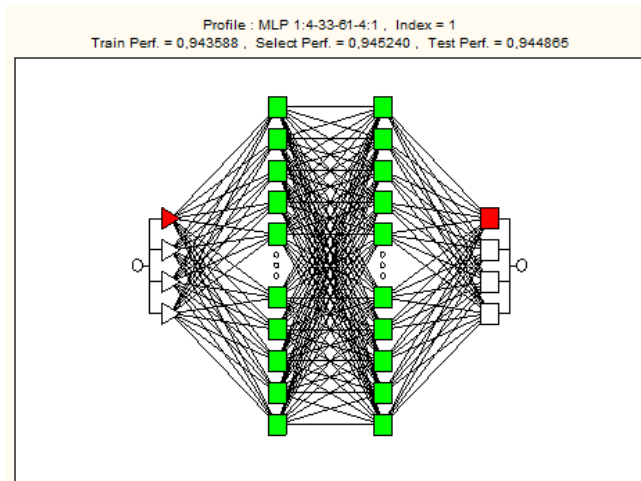


Figure 1 – Graph of artificial neural network (MLP 1:4-33-61-4:1)

The first layer (from the left), in the form of triangles, represent the inputs for the models, namely continuous and category qualities. White indicates a positive quantitative value, whereas red a negative one. Two hidden layers follow. The resulting classification is finally defined by the output layer, whereby a company is allocated to one of the four groups identified in Section 1 of this article. The percentage success rate of the training, validation and verification sample should in general be almost the same in order to be able to say that the network is of a good quality and has the characteristics required to apply it in practice. For the network represented above the values for all three samples were above the 94% level.

Figure 2 shows a graphic illustration of a multi-layer perceptron network MLP 2:7-88-63-4:1.

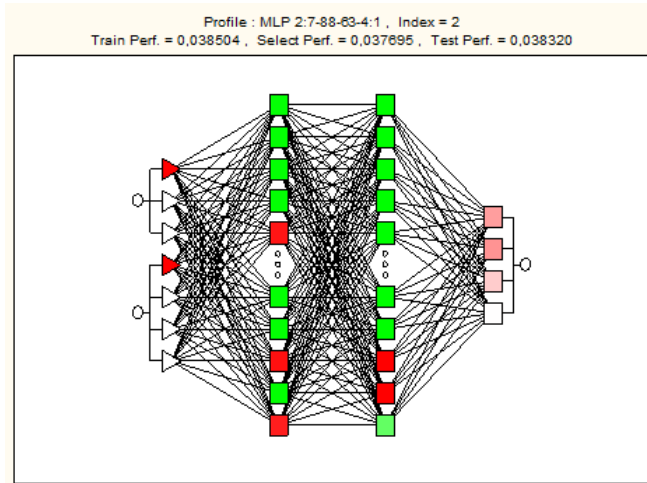


Figure 2 – Graph of artificial neural network (MLP 2:7-88-63-4:1)

The values of all the parts of this network achieve a level of approximately 4%. This means that the network is of poor quality and not applicable in practice.

Figure 3 shows a graphic illustration of a multi-layer perceptron network MLP 15:15-54-66-4:1.

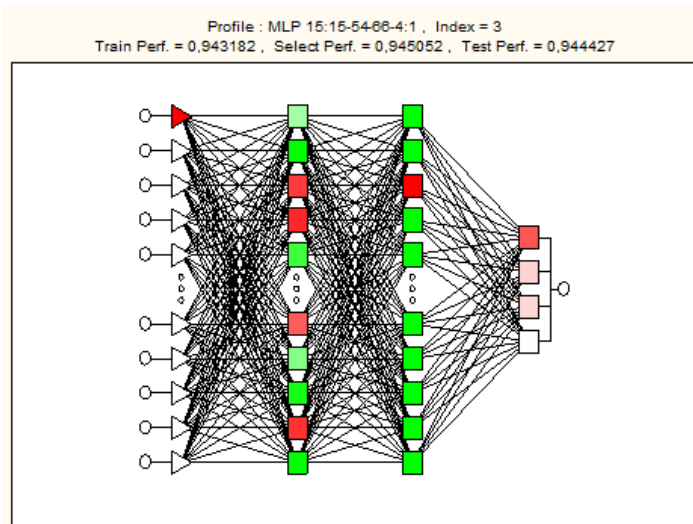


Figure 3 – Graph of artificial neural network (MLP 15:15-54-66-4:1)

In the network represented above the values of the training, validation and verification data oscillate above the 94% level.

Figure 4 shows a graphic illustration of a linear neural network Linear 84:86 - 4:1.

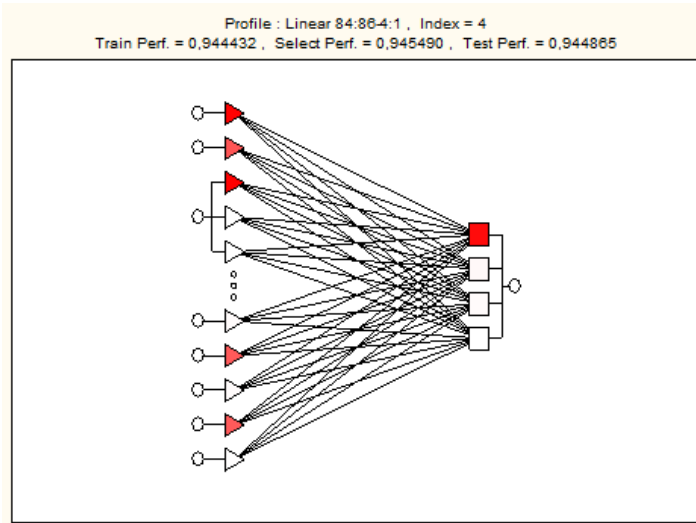


Figure 4 – Graph of artificial neural network (Linear 84:86-4:1)

In this case the network has two types of neurons - input and output layers. There is no hidden layer. In the case of the linear network represented above the values of the training, validation and verification data oscillate above the 94% level.

Figure 5 shows a graphic illustration of a linear neural network Linear 90:98 - 4:1.

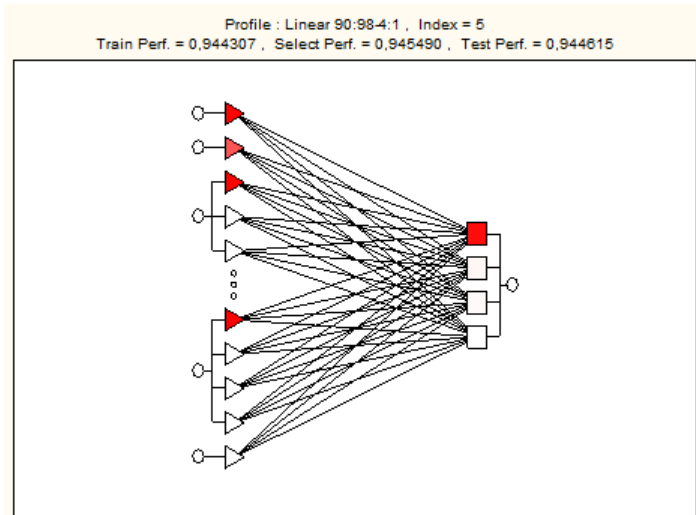


Figure 5 – Graph of artificial neural network (Linear 90:98-4:1)

In the case of the linear network represented above the values of the training, validation and verification data oscillate above the 94% level.

Figure 6 shows a graphic illustration of a probabilistic neural network PNN 88:93-31997-4:1.

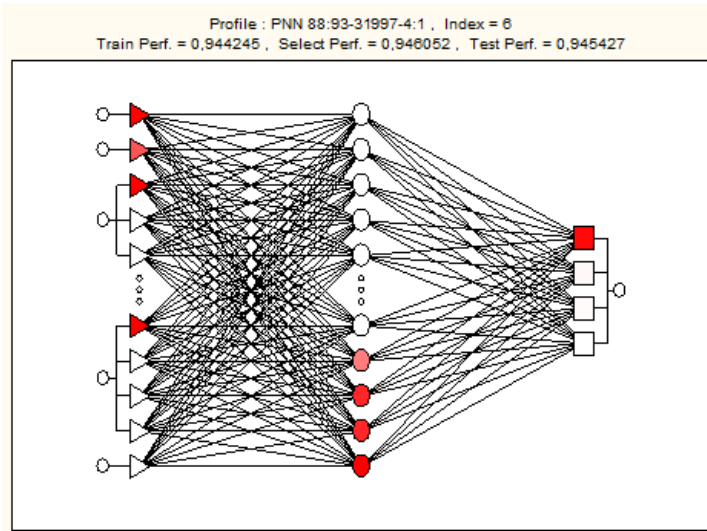


Figure 6 – Graph of artificial neural network (PNN 88:93-31997-4:1)

A probabilistic neural network works with one hidden layer of neurons. According to the calculations the central layer of the neural network represented above hides 31,997 neurons. In this case the values of the training, validation and verification data oscillate above the 94% level.

Figure 7 shows a graphic illustration of a probabilistic neural network PNN 87:92-31997-4:1.

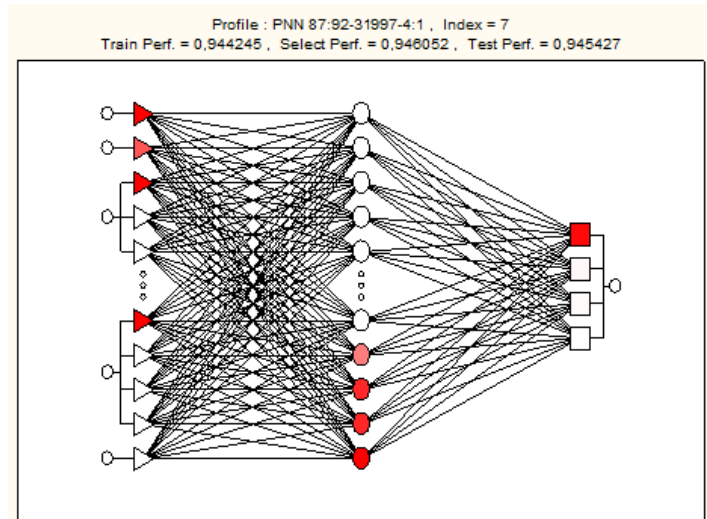


Figure 7 – Graph of artificial neural network (PNN 87:92-31997-4:1)

In the case of the probabilistic network represented above the values of the training, validation and verification data oscillate above the 94% level.

Figure 8 shows a graphic illustration of a radial basis function neural network RBF 61:69-328-4:1.



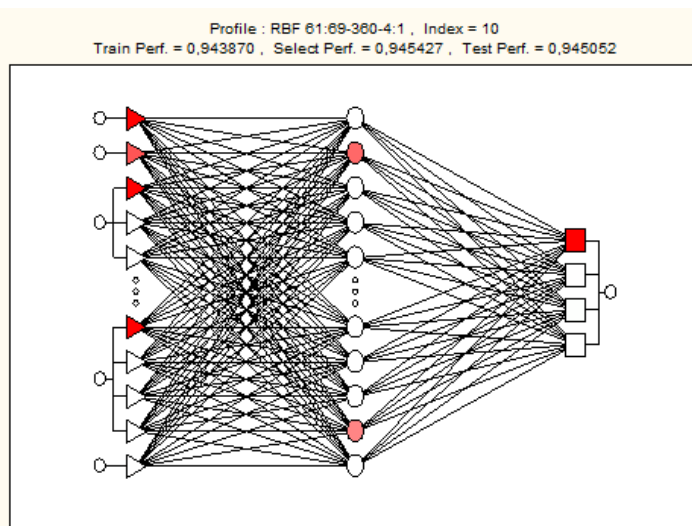


Figure 10 – Graph of artificial neural network (RBF 61:69-360-4:1)

In the case of the radial basis function neural network represented above the values of the training, validation and verification data oscillate above the 94% level.

Nevertheless, it was not possible to determine anything substantive from the graphic illustration. The confusion matrix (see Table 2) that was subsequently drawn up helped to clarify the situation.

The table describes the success rate and consequently the predictions of the individually generated artificial neural networks. The confusion matrix calculates the absolute value of the correctly classified quantities. This enabled the identification of the network with the highest success rate in predicting the future development of the companies in the examined sample.

The neural networks 1, 2, 6 and 7 showed relatively good results in predicting solvent companies, however the results were very poor when it came to identifying the potential bankruptcy of a company. The other networks were also able to predict solvency (with slightly lower levels of accuracy). However, of these other networks some were better in predicting the potential bankruptcy of a company in the current business year, within two years, or further into the future.

The results are therefore not definitive. However, if the networks are compared on the basis of their prediction success rate for the individual classified groups, neural network 5 is the best and the most applicable in practice. It is a linear neural network Linear 90:98-4:1. It is of interest that 90 input data entered the calculation. Compared to the other generated networks this is the highest number of inputs.

This means that a possible sensitivity analysis should determine the result sensitivity accurate to ninety inputs (of various weights). It is also of interest that for example the first two perceptron networks worked with only two inputs. In the end they were able to accurately define solvent companies. However, the low number of inputs meant they were unable to predict the future potential bankruptcy of a company. The third function, which took 15 inputs into account provided better results. Once again, the results were not optimal and it is therefore not applicable in practice.

Table 2 – Confusion matrix (neural networks 1 – 10)

	T.Solvent company	T.Bankr. in current year	T.Bankr. in the future	T.Bankr. in two years	T.Bankr. next year	S.Solvent company	S.Bankr. in current year	S.Bankr. in the future	S.Bankr. in two years	S.Bankr. next year
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Solvent company.1	30192	1232	569	0	4	15121	603	270	3	0
Bankr. in current year.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bankr. in the future.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bankr. in two years.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Solvent company.2	30192	1232	569	0	4	15121	603	270	3	0
Bankr. in current year.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bankr. in the future.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bankr. in two years.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Solvent company.3	30177	1229	569	0	4	15118	598	270	3	0
Bankr. in current year.3	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0
Bankr. in the future.3	14	1	0	0	0	2	5	0	0	0
Bankr. in two years.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Solvent company.4	30182	1198	566	0	4	15110	588	269	3	0
Bankr. in current year.4	10	34	0	0	0	11	15	1	0	0
Bankr. in the future.4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Bankr. in two years.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Solvent company.5	30176	1196	564	0	4	15109	587	268	3	0
Bankr. in current year.5	16	36	2	0	0	12	16	2	0	0
Bankr. in the future.5	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Bankr. in two years.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Solvent company.6	30192	1213	567	0	4	15120	589	270	3	0
Bankr. in current year.6	0	19	0	0	0	0	14	0	0	0



Continued (Table 2)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Bankr. in the future.6	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0
Bankr. in two years.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Solvent company.7	30192	1213	567	0	4	15120	589	270	3	0
Bankr. in current year.7	0	19	0	0	0	0	14	0	0	0
Bankr. in the future.7	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0
Bankr. in two years.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Solvent company.8	30190	1222	568	0	4	15120	598	270	3	0
Bankr. in current year.8	2	10	0	0	0	1	5	0	0	0
Bankr. in the future.8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Bankr. in two years.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Solvent company.9	30190	1227	568	0	4	15118	602	270	3	0
Bankr. in current year.9	2	5	0	0	0	3	1	0	0	0
Bankr. in the future.9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Bankr. in two years.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Solvent company.10	30181	1212	569	0	4	15115	594	270	3	0
Bankr. in current year.10	11	20	0	0	0	6	9	0	0	0
Bankr. in the future.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bankr. in two years.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	X.Solvent company	X.Bankr. in current year	X.Bankr. in the future	X.Bankr. in two years	X.Bankr. next year	I.Solvent company	I.Bankr. in current year	I.Bankr. in the future	I.Bankr. in two years	I.Bankr. next year
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Solvent company.1	15115	613	263	1	5	0	0	0	0.00	0.00
Bankr. in current year.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Bankr. in the future.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00

Continued (Table 2)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Bankr. in two years.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Solvent company.2	15115	613	263	1	5	0	0	0	0.00	0.00
Bankr. in current year.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Bankr. in the future.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Bankr. in two years.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Solvent company.3	15107	611	263	1	5	0	0	0	0.00	0.00
Bankr. in current year.3	2	1	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Bankr. in the future.3	6	1	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Bankr. in two years.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Solvent company.4	15101	599	263	1	5	0	0	0	0.00	0.00
Bankr. in current year.4	14	14	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Bankr. in the future.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Bankr. in two years.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Solvent company.5	15099	600	262	1	5	0	0	0	0.00	0.00
Bankr. in current year.5	16	12	1	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Bankr. in the future.5	0	1	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Bankr. in two years.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Solvent company.6	15115	604	263	1	5	0	0	0	0.00	0.00
Bankr. in current year.6	0	9	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Bankr. in the future.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Bankr. in two years.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Solvent company.7	15115	604	263	1	5	0	0	0	0.00	0.00
Bankr. in current year.7	0	9	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Bankr. in the future.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Bankr. in two years.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00

Continued (Table 2)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Solvent company.8	15113	612	263	1	5	0	0	0	0.00	0.00
Bankr. in current year.8	2	1	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Bankr. in the future.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Bankr. in two years.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Solvent company.9	15111	610	263	1	5	0	0	0	0.00	0.00
Bankr. in current year.9	4	3	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Bankr. in the future.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Bankr. in two years.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Solvent company.10	15109	604	263	1	5	0	0	0	0.00	0.00
Bankr. in current year.10	6	9	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Bankr. in the future.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Bankr. in two years.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00

## Conclusion

The aim of this article was to apply neural networks to predict potential financial problems in construction companies in the Czech Republic.

1000 artificial neural networks were generated on the basis of data obtained on construction companies for the period 2003 – 2013. Ten of these neural networks were retained for further processing. Analysis of the results of a confusion matrix determined that neural network 5 was the most successful. It provided the optimal ratio of prediction success rate for all the possible results, namely «solvent company», «bankruptcy in the current year», «bankruptcy in the future» and «bankruptcy in two years». It is a linear neural network Linear 90:98-4:1. The artificial neural network is able to predict the future development of a construction company in the Czech Republic with a success rate higher than 94%. Eight other artificial neural networks achieved similar results, however they were not able to predict the potential bankruptcy of a company. It is for this reason that it was more suitable to select an artificial neural network that made slightly worse predictions with regards to solvent companies but which was able to more accurately predict (in tens of percent) potential bankruptcy.

The model is applicable in practice due to its characteristics. It can be utilised by construction companies, financial analysts, banks, competitors or potential investors alike.

## REFERENCES

1. Altman, E. I., Eom Y. H., Kim D. W., 1995. Failure prediction: Evidence from Korea. *Journal of International Financial Management and Accounting*. 6(3), 230–249.
2. Atiya, A. F., 2001. Bankruptcy prediction for credit risk using neural networks: A survey and new results. *IEEE Transactions on Neural Networks*. 12(4), 929–935.
3. Boritz, J., Kennedy, D., Albuquerque, A., 1995. Predicting corporate failure using a neural network approach, *Intelligent Syst. in Accounting, Finance, and Manag.* 4, 95–111.
4. Coats, P., Fant, L., 1993. Recognizing financial distress patterns using a neural network tool. *Financial Management*. 22, 142–155.
5. Kumar, P., Ravi, V., 2007. Bankruptcy prediction in banks and firms via statistical and intelligent techniques – a review. *European Journal of Operational Research*. 180, 1–28.
6. Lee, K., Han, I., Kwon, Y., 1996. Hybrid neural network models for bankruptcy predictions, *Decision Support Syst.* 18, 63–72.
7. McKee, T. E., Greenstein, M., 2000. Predicting bankruptcy using recursive partitioning and a realistically proportioned data set. *J. Forecasting*. 19, 219–230.
8. Mester, L. J., 1997. What's the point of credit scoring? *Business Review*. 3–16.
9. Odom, M., Sharda, R., 1990. A neural network model for bankruptcy prediction. In *Proc. Int. Joint Conf. Neural Networks*, San Diego, CA.
10. Reichert, A. K., Cho, C. C., Wagner, G. M., 1983. An examination of the conceptual issues involved in developing credit-scoring models. *Journal of Business and Economic Statistics*. 1(2), 101–114.
11. Rosenberg, E., Gleit, A., 1994. Quantitative Methods in Credit Management: A Survey; *Operations research*. 42(4), 589–613.
12. Salchenberger, L., Cinar, E., Lash, N., 1992. Neural networks: A new tool for predicting thrift failures, *Decision Sciences*. 23, 899–916.
13. Tam, K., Kiang, M., 1992. Managerial applications of the neural networks: The case of bank failure predictions. *Management Science*. 38, 416–430.
14. Zhang, G. et al., 1999. Artificial neural networks in bankruptcy prediction: General framework and cross-validation analysis. *European J. Oper. Res.* 116, 16–32.

*Стаття надійшла до редакції 09.07.2015*

## АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПРОГНОЗУВАННЯ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 004.942

Ю.Д. СТЕФАНИШИНА-ГАВРИЛЮК, Д.В. СТЕФАНИШИН

### МОДЕЛЮВАННЯ ПОРТФЕЛЬНОГО РИЗИКУ ПРИ ПРИЙНЯТТІ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ ПОПАРНОГО ПОРІВНЯННЯ АЛЬТЕРНАТИВ

***Анотація.** Запропоновано метод прийняття рішень щодо вибору оптимальної структури інвестиційного портфеля на основі попарного порівняння альтернатив з врахуванням ризику невикористаних можливостей.*

***Ключові слова:** альтернатива, інвестиційний портфель, моделювання ризику, прийняття рішень, ризик невикористаних можливостей.*

#### Вступ

Формальний підхід до прийняття рішень при портфельному інвестуванні передбачає порівняння варіантів (альтернатив) та вибір серед них оптимальних (квазіоптимальних, компромісних тощо) [1, 2]. Оскільки результати прийнятих інвестиційних рішень реалізуються в майбутньому, то оцінка і порівняння можливих альтернатив здійснюються в умовах невизначеності. З метою формалізації задачі прийняття рішення в умовах невизначеності використовується ризик – як інструмент її врахування, розкриття і подолання [3].

Інвестиційні ресурси, зазвичай, обмежені, тому основною задачею інвестора при обґрунтуванні рішення стає мінімізація ризику, яку він, зазвичай, намагається вирішувати на основі його диверсифікації шляхом створення так званого інвестиційного портфеля [3-5].

Ідея диверсифікації ризику «в портфелі» (а portfolio) не є новою. Як відомо, вона спрямована на зниження сукупного інвестиційного ризику шляхом розподілу наявних активів між кількома напрямками діяльності. Оскільки при оцінці ситуації за умов невизначеності та ризику носію рішення важко уникнути суб'єктивізму, то сукупний ризик «в портфелі» буде залежати і від ставлення (схильності або несхильності) носія рішення до ризику невикористаних можливостей [4].

Поняття ризику невикористаних можливостей також не є новим, оскільки в багатьох прикладних завданнях ризик як атрибут прийняття рішень в умовах невизначеності визначається не тільки ймовірними збитками, а й відсутністю сподіваних позитивних результатів [6]. В бізнесі ризик невикористаних можливостей часто пов'язують з бездіяльністю. Якщо припустити, що бездіяльність жодним чином не пов'язується зі збитками, то її ризиком і буде ризик невикористаних можливостей. Відповідно при виборі альтернативи з мінімальними очікуваними збитками носій рішення ризикує більшим позитивним результатом, які дає альтернатива зі значними очікуваними збитками, і навпаки.

В природокористуванні під ризиком невикористаних можливостей можна розуміти і не тільки не отримані ймовірні вигоди (економічні та інші вигоди, переваги тощо) від використання природних ресурсів, а й можливе зменшення негативних наслідків (збитків, шкоди), штрафних та інших санкцій від впровадження більш безпечних технологій тощо.

Задачами з ризиком у свій час займалися такі всесвітньо відомі вчені математики, як А. Арно, Д. Бернуллі, Г. Галілей, Ж.-Л. Д'Аламбер, Дж. Кардано, П.-С. Лаплас, Г. В. Лейбніц, А. де Муавр, Б. Паскаль, П. Ферма та ін.

Серед сучасних вчених, в тому числі і вітчизняних, що досліджували ризик, слід згадати А.П. Альгіна, П. Бернстайна, В.В. Вітлінського, А.Б. Качинського, Г.В. Лисиченка, Г. Марковіца, А.В. Матвійчука, Ц.Є. Мірцхулаву, А.А. Музалевського, Е.Мушика і П.Мюллера, Ф. Найта, Я.С. Наконечного, В.А. Ойгензихта, П.Ф. Річчі, В. Роуї, Є.Д. Соложенцева, П. Словіча, С. Старра, А.С. Шапкіна, Є.А. Яйлі, О. І. Ястремського та інших. Однак, незважаючи на велику кількість різних інтерпретацій ризику, методів і моделей для його аналізу і оцінки (див., наприклад, [3-11]), все ще відсутні моделі ризику, які дозволяли б в повній мірі враховувати взаємопов'язаність та взаємозалежність різних наслідків прийняття рішення, як негативних, так і позитивних. Метою цієї статті є презентація відповідних моделей ризику в контексті вирішення задачі прийняття рішень при виборі оптимальної структури інвестиційного портфеля з врахуванням ризику невикористаних можливостей на основі попарного порівняння альтернатив.

## 1. Загальна постановка задачі

Будемо розглядати розповсюджений на практиці випадок [10, 12], коли маємо злічену множину попарно порівнюваних альтернатив

$$\mathbf{A} = \{a_i, a_j\}, a_i = (l_i, g_i), a_j = (l_j, g_j); i, j = \overline{0, n}; i \neq j, \quad (1)$$

для яких задано невід'ємні значення деяких числових характеристик  $l_i, g_i$  та  $l_j, g_j$ , що описують програшні та виграшні їх якості, відповідно, де  $a_0$  – «нульова альтернатива» (наприклад, бездіяльність тощо).

Нехай вибір оптимального рішення  $d_{opt}$  здійснюється за правилом:

$$d_{opt} = \{a_{i,opt} \mid a_{i,opt} \in \mathbf{A} \wedge r_{i,opt} = \min(r_{i,j}, r_{j,i})\}, \forall (a_i, a_j); i, j = \overline{0, n}; j \neq i, \quad (2)$$

де  $r_{i,j}$  – оціночна функція альтернативи  $a_i$  за умови існування альтернативи  $a_j$ :

$$r_{i,j} = l_i + g_j; i, j = \overline{0, n}; j \neq i, \quad (3)$$

де  $r_{i,j}$  будемо далі тлумачити як повний ризик альтернативи  $a_i$  за умови, що носій рішення відмовляється від альтернативи  $a_j$ ; відповідно, множина альтернатив, з якими порівнюється кожна з досліджуваних альтернатив, розглядається як множина зовнішніх умов, за яких здійснюється вибір; тобто, для альтернативи  $a_j$  при її порівнянні з альтернативою  $a_i$  повний ризик буде:

$$r_{j,i} = l_j + g_i; j, i = \overline{0, n}; i \neq j. \quad (4)$$

Побудована при цьому таблиця рішень  $\|r_{i,j}\|$  зводиться до  $n$  рядків, де кожній альтернативі  $a_i$  приписується  $n - 1$  результатів  $r_{i,j}$ , які характеризують, у цілому, усі наслідки відповідного рішення з врахуванням ризику невикористаних можливостей.

$a_i \setminus a_j$	$a_0$	...	$a_i$	$a_j$	...	...	$a_n$
...	...	...	...	...	...	...	...
$a_i$	$r_{i,0}$	...		$r_{i,j}$	...	...	$r_{i,n}$
...	...	...	...	...	...	...	...

Рисунок 1 – Рядок оціночних функцій для альтернативи  $a_i$

Зауважимо, що діагональ представленої таким чином таблиці рішень з  $n$  рядків з індексами  $i = j$  при цьому не заповнюється, оскільки альтернативи не можуть порівнюватися самі з собою.

## 2. Деякі принципи визначення та твердження

Назвемо величину  $r_{i,j}$  (3), яка є сумою програшу  $l_i$  за альтернативою  $a_i$  та виграшу  $g_j$  за альтернативою  $a_j$ , повним ризиком альтернативи  $a_i$  при її порівнянні з альтернативою  $a_j$ .

Моделі повного (сукупного) ризику у вигляді (3), (4) дозволяють при прийнятті рішень згідно з правилом (2) одночасно оперувати як програшними, так і виграшними ефектами, якими характеризуються альтернативи, які між собою порівнюються. При цьому, наприклад в (3),

складову  $l_i$  повного ризику  $r_{i,j}$  альтернативи  $a_i$  при її порівнянні з альтернативою  $a_j$  можна назвати системним або власним ризиком альтернативи  $a_i$ , а складову  $g_j$  – несистемним (може змінюватися з волі носія рішення) ризиком або ризиком невикористаних можливостей альтернативи  $a_i$  в порівнянні з альтернативою  $a_j$ .

**Твердження 1.** Повний ризик «нульової» альтернативи з нульовим програшем при її порівнянні з будь-якою іншою допустимою альтернативою з ненульовим виграшем є ризиком невикористаних можливостей, який дорівнює цьому виграшу.

**Твердження 2.** Повний ризик будь-якої допустимої альтернативи з ненульовим програшем при її порівнянні з «нульовою» альтернативою з нульовим виграшем є власним ризиком альтернативи, який дорівнює її програшу.

Нехай альтернативи  $a_i, a_j$ , що порівнюються, називаються ефективними, якщо їх очікувані програші є меншими за очікувані виграші:  $l_i < g_i, l_j < g_j$ .

**Твердження 3.** Якщо серед зліченої множини  $\mathbf{A}$  попарно порівнюваних альтернатив  $a_i, a_k, i \neq k$ , знайдеться лише одна ефективна альтернатива  $a_k \in \mathbf{A}$ , то вона буде кращою за повним ризиком  $r_{k,i} = l_k + g_i$  при її порівнянні з усіма іншими альтернативами  $a_i \in \mathbf{A}$ .

Упорядкуємо альтернативи  $a_i \in \mathbf{A}$  за зростанням програшів  $l_i$ .

**Твердження 4.** Якщо серед зліченої множини  $\mathbf{A}$  допустимих альтернатив, упорядкованих за зростанням програшу, знайдеться альтернатива  $a_k$ , повні ризики якої  $r_{k,i} = l_k + g_i, r_{k,j} = l_k + g_j$  при її порівнянні з найближчими сусідніми з нею альтернативами  $a_i, a_j$ , з індексами  $i = k - 1, j = k + 1$ , виявляться меншими, ніж повні ризики  $r_{i,k} = l_i + g_k, r_{j,k} = l_j + g_k$  альтернатив  $a_i, a_j$  при їх порівнянні з  $a_k$ , то  $a_k$  буде кращою при попарному її порівнянні з усіма альтернативами, що належать множині  $\mathbf{A}_j = \{a_j\}, j = \overline{0, k+1}, \mathbf{A}_j \in \mathbf{A}$ .

Розглянемо задачу багатокритеріальної оптимізації

$$f_k(a_i) \rightarrow \text{extr}, k = \overline{1, p}, i = \overline{1, n}, \quad (5)$$

в якій критерії оцінювання альтернатив  $f_k(a_i)$  мають чисельну оцінку і вважаються визначеними, кожний з критеріїв оцінювання характеризує деяку локальну властивість альтернативи  $a_i, i$ , якщо всі критерії  $f_1, f_2, \dots, f_p$  досліджуються на мінімум, тобто  $f_k(a_i) \rightarrow \min$ , то серед них обов'язково знайдеться хоча б один такий критерій  $f_q, q \in \{1, 2, \dots, p\}$ , значення якого спадають при зростанні значень інших критеріїв.



**Твердження 5.** Задача (5) при попарному порівнянні альтернатив зводиться до задачі (2), де повні ризики попарно порівнюваних альтернатив визначаються значеннями відповідним чином нормованих згорток критеріїв, що мінімізуються та максимізуються, представлених у формі власних (системних) ризиків та ризиків невикористаних можливостей.

Нехай існує деяка функція корисності  $u(a_i)$ , яка таким чином відображає відношення переваги на зліченій множині альтернатив, що більш переважній з них відповідає більше значення цієї функції, і задача оптимізації може бути записана як:

$$u(a_i) \rightarrow \max, i = \overline{1, n}. \quad (6)$$

**Твердження 6.** Множина оптимальних альтернатив за критерієм оптимального (мінімального) ризику як результат розв'язання задачі (2) співпадає з множиною оптимальних альтернатив за критерієм максимальної корисності (6):

$$u(a_i)_{opt} = \max(u_i, u_j), \forall (a_i, a_j); i, j = \overline{1, n}, i \neq j; \quad (7)$$

$$u_i = g_i - l_i, u_j = g_j - l_j. \quad (8)$$

### 3. Кількісна оцінка компонент повного ризику альтернатив

Можливі наступні способи кількісного представлення компонент повного ризику альтернатив.

**Спосіб 1.** Як ймовірності негативних наслідків альтернатив і очікуваних позитивних результатів для альтернатив, що при цьому відкидаються, у випадку коли ймовірні втрати і очікувані позитивні ефекти визначаються за однією вартісною константою, якою оперують при рішенні.

**Спосіб 2.** Як добуток ймовірностей та вартостей втрат і позитивних ефектів, якими оперують при рішенні, коли вони мають однакові одиниці вимірювання (наприклад, в грошових одиницях).

**Спосіб 3.** Якщо відповідні вартості, якими оперують при рішенні, мають різні одиниці вимірювання, то використовуються бальні оцінки відповідних компонент ризику.

Наприклад, на основі логарифмічної шкали кількісна оцінка деякого параметра  $y_i$ , в балах, буде [10]:

$$r(y_i) = \mu_i \cdot \lg y_i + y_{i,0}, \quad (9)$$

$$\mu_i = \frac{L}{\lg y_{i,\max} - \lg y_{i,\min}}, y_{i,0} = -\mu_i \lg y_{i,\min}, \quad (10)$$

де  $L$  – довжина (в балах, наприклад, 10) єдиної шкали оцінювання різних параметрів;  $y_{i,\max}$ ,  $y_{i,\min}$  – максимальне й мінімальне значення  $y_i$ .

При  $y_{i,\min} = 0$  маємо  $y_{i,0} = 0$ ,  $\mu_i = \frac{L}{\lg y_{i,\max}}$ .

**Спосіб 4.** Коли порівнюються різні альтернативні заходи (альтернативи) підвищення безпеки (надійності) тощо, які характеризуються очікуваними приведеними затратами  $c$  на їх здійснення та ймовірними втратами  $d$  при нештатних ситуаціях (останні можуть визначатися як добутки ймовірностей реалізації відповідних ситуацій та значень збитків, з ними пов'язаних), функції повного ризику альтернатив, що порівнюються, будуть:

$$r_{i,j} = \Delta c_i + \Delta d_j, \quad r_{j,i} = \Delta c_j + \Delta d_i, \quad (11)$$

$$\Delta c_i = c_i - c_0, \quad \Delta d_j = d_0 - d_j, \quad \Delta c_j = c_j - c_0, \quad \Delta d_i = d_0 - d_i; \quad (12)$$

$$i, j = \overline{0, n}; \quad i \neq j.$$

Допустимими в цьому випадку можуть вважатися альтернативи, які при зростанні затрат забезпечують зменшення ймовірних збитків при нештатних ситуаціях.

#### 4. Формування оптимальної структури інвестиційного портфеля

У більшості випадків виділяються три характерні напрямки диверсифікації ризику шляхом портфельного інвестування (наприклад, збереження досягнутого, розширення досягнутого, інноваційні зміни). Кожен з цих трьох базових напрямків може деталізуватися, розгалужуватися на додаткові напрямки, генеруючи нові тріади альтернатив в залежності від трьох характерних психологічних типів поведінки інвестора як носія рішення в умовах невизначеності та ризику [13]: неохильність до ризику (обережність, песимізм), байдужість до ризику (конформізм), схильність до ризику (оптимізм). Структури інвестиційних портфелів, в яких поєднуються ці три характерні психологічні типи поведінки інвестора та, відповідно, напрямки інвестування, надалі вважатимемо базовими структурами [14].

Покладемо, що серед безлічі можливих існує злічена множина  $A$  оптимальних в контексті формування базової структури інвестиційного портфеля альтернатив, які можуть порівнюватися між собою за ризиком згідно з правилом (2). Нехай ця множина формується на основі формальних правил, які можуть відображати певну психологічну позицію носія рішення щодо ризику загалом і ризику невикористаних можливостей зокрема (несхильність, байдужість, схильність).

Задача вирішується у два етапи.

На першому етапі з врахуванням трьох напрямків інвестування, психологічної позиції інвестора щодо ризику невикористаних можливостей та вибраної носієм рішення стратегії диверсифікації портфельного ризику генерується злічена множина оптимальних альтернатив в контексті формування базової структури інвестиційного портфеля [14].

Нехай  $p_k, s_k$  – невід’ємні значення числових характеристик, що описують програшні  $p$  та виграшні  $s$  ефекти на відповідних трьох напрямках інвестування,  $k = 1, 2, 3$ .

Введемо множину змінних  $X = \{x_k\}$ ,  $k = \overline{1,3}$ , що характеризують активність (частки) інвестора на  $k$ -х напрямках інвестиційної діяльності, упорядкованих за зростанням програшного ефекту  $p$ , де  $x_k \geq 0$ ,  $x_k = \frac{c_k}{c}$ ,

$$\sum_{k=1}^3 x_k = 1, \sum_{k=1}^3 c_k = c - \text{інвестиційний ресурс.}$$

Розподіляючи інвестиційний ресурс  $c$  між напрямками діяльності  $x_k$ , формуватимемо портфелі вартістю  $c$  на множині  $X = \{x_k\}$ , з відповідними частками активів  $x_k$ ,  $k = \overline{1,3}$ .

Задамо три сценарії поведінки інвестора як носія рішення при формуванні базової структури інвестиційного портфеля: 1) песимістичний – носій рішення не виявляє схильності до ризику; нехай за цим сценарієм інвестор буде намагатися збільшувати частку  $x_1$  в портфелі, орієнтуючись на обмеження  $x_1 \geq 1/3$ ; 2) нейтральний – носій рішення (інвестор), діючи за цим сценарієм, надаватиме перевагу частці  $x_2$  ( $x_2 \geq 1/3$ ); 3) оптимістичний – схильність до ризику, коли носій рішення діє, орієнтуючись на обмеження виду  $x_3 \geq 1/3$ .

Пропонуються наступні моделі повного ризику для портфелів виду  $(x_2, x_2, x_3)$ , які формуються за сценарієм 1, в залежності від очікуваного програшу інвестора:

$$r_1(x_1, x_2, x_3)_{(1)} = p(x_1, x_2, x_3) + s_1(x_2 + x_3) + s_2x_1, \quad (13)$$

$$r_2(x_1, x_2, x_3)_{(1)} = p(x_1, x_2, x_3) + s_1x_2 + s_2(x_1 + x_3), \quad (14)$$

$$r_3(x_1, x_2, x_3)_{(1)} = p(x_1, x_2, x_3) + s_1(x_2 + x_3) + s_3x_1, \quad (15)$$

$$r_4(x_1, x_2, x_3)_{(1)} = p(x_1, x_2, x_3) + s_1x_2 + s_2x_3 + s_3x_1; \quad (16)$$

за сценарієм 2:

$$r_5(x_1, x_2, x_3)_{(2)} = p(x_1, x_2, x_3) + s_2(x_1 + x_3) + s_3x_2, \quad (17)$$

$$r_6(x_1, x_2, x_3)_{(2)} = p(x_1, x_2, x_3) + s_2(x_1 + x_3) + s_1x_2; \quad (18)$$

за сценарієм 3:

$$r_7(x_1, x_2, x_3)_{(3)} = p(x_1, x_2, x_3) + s_3(x_1 + x_2) + s_2x_3, \quad (19)$$

$$r_8(x_1, x_2, x_3)_{(3)} = p(x_1, x_2, x_3) + s_2(x_1 + x_3) + s_3x_2, \quad (20)$$

$$r_9(x_1, x_2, x_3)_{(3)} = p(x_1, x_2, x_3) + s_2x_1 + s_3x_2 + s_1x_3. \quad (21)$$

В (13)÷(21)  $p(x_1, x_2, x_3) = p_1(x_1) + p_2(x_2) + p_3(x_3)$  – власні ризики портфелів. Інші складові повних ризиків портфелів представляють собою ризики невикористаних можливостей, що визначаються виграшними ефектами на альтернативних частках.

При реалізації кожного зі сценаріїв (1, 2, 3) носій рішення може також застосувати одну з трьох стратегій формування структури портфеля, збільшуючи ту чи іншу частку  $x_k$  за рахунок інших: 1) рівномірно зменшуючи частки альтернатив; 2) максимально зберігаючи частку менш ризикованої альтернативи; 3) максимально зберігаючи частку більш ризикованої альтернативи.

У випадку трьох, визначених нами як базові, напрямків інвестування, і, відповідно, при трьох сценаріях поведінки носія рішення і трьох стратегіях формування структури портфеля можна отримати 27 оптимальних в контексті формування базової структури інвестиційних портфелів, кожен з яких відбиватиме певну позицію інвестора щодо ризиків невикористаних можливостей.

На другому етапі здійснюється попарне порівняння оптимальних в контексті формування базової структури інвестиційних портфелів альтернатив, серед яких далі вже вибирається найкраща за критерієм мінімального ризику згідно з правилом (2).

В результаті проведеного нами імітаційного моделювання було встановлено, що при різних комбінаціях вхідних даних та при різних способах формування базової структури  $(x_1, x_2, x_3)$  ефективного інвестиційного портфеля, де  $s_k > p_k$ ,  $k = \overline{1,3}$ , серед базових структур, що характеризуються трьома напрямками інвестування, виділяється 16 характерних альтернативних портфелів (альтернатив), а саме: (1; 0; 0), (0,68333; 0,31667; 0), (0,658333; 0,333333; 0,008333), (0,63333; 0,333333; 0,03333), (0,33333; 0,63333; 0,03333), (0,33333; 0,658333; 0,008333), (0,31667; 0,68333; 0), (0; 1; 0), (0,33333; 0,33333; 0,33333), (0,33333; 0,033333; 0,633333), (0,33333; 0,00833; 0,65833), (0,31667; 0; 0,68333), (0,033333; 0,33333; 0,633333), (0,008333; 0,33333; 0,658333), (0; 0,31667; 0,68333), (0; 0; 1). Ці структури можуть бути оптимальними в контексті врахування психологічної позиції носія рішення щодо ризику загалом і ризику невикористаних можливостей зокрема і можуть прийматися в якості альтернатив, що підлягають попарному порівнянню.

## Висновки

Обґрунтовано необхідність врахування ризику невикористаних можливостей як складової повного ризику при прийнятті рішень. Сформульовано

принципові узагальнення, що стосуються моделювання та врахування ризику при прийнятті рішень на основі попарного порівняння альтернатив.

Запропоновано способи кількісної оцінки повного ризику альтернатив в контексті задачі попарного їх порівняння при прийнятті рішень та метод формування оптимальної структури інвестиційного портфеля для диверсифікації ризику в природокористуванні в рамках концепції сталого розвитку.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Эддоус М. Методы принятия решений / М. Эддоус, Р. Стенсфилд. Пер. с англ. – М.: ЮНИТИ, 1997. – 510 с.
2. Бейко І.В. Задачі, методи і алгоритми оптимізації: навчальний посібник / І.В. Бейко, П.М. Зінько, О.Г. Наконечний. – Рівне: НУВГП, 2011. – 624 с.
3. Вітлінський В.В. Економічний ризик: ігрові моделі / В.В. Вітлінський, П.І. Верченко, А.В. Сігал, Я.С. Наконечний. – К.: КНЕУ, 2002. – 446 с.
4. Ястремський О.І. Основи теорії економічного ризику / О.І. Ястремський. – К.: АртЕк, 1997. – 248 с.
5. Мороз О.В. Оптимальне управління економічними системами в умовах невизначеності та ризику / О.В. Мороз, А.В. Матвійчук. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2003. – 177 с.
6. Мушик Э. Методы принятия технических решений / Э. Мушик, П. Мюллер / Пер. с нем. – М.: Мир, 1990. – 206 с.
7. Качинський А.Б. Безпека, загрози і ризик: наукові концепції та математичні методи: монографія / А.Б. Качинський; Ін-т проблем національної безпеки. Нац. акад. служби безпеки України. – К.: [б. н.], 2004. – 470 с.
8. Мирцхулава Ц.Е. Опасности и риски на некоторых водных и других системах. Виды, анализ, оценка / Ц.Е. Мирцхулава. – Тбилиси: «Мецниереба», 2003. – 538 с.
9. Панкратова Н.Д. Оцінювання багатofакторних ризиків в умовах концептуальної невизначеності / Н.Д. Панкратова, Н.І. Недашківська // Кибернетика и системный анализ, 2009. – № 2. – С. 72–82.
10. Стефанишин Д.В. Вибрані задачі оцінки ризику та прийняття рішень за умов стохастичної невизначеності / Д.В. Стефанишин. – К.: Азимут-Україна, 2009. – 104 с.
11. Rowe W. An anatomy of risk / W. Rowe // W. J. Wiley. 1997. – 488 p.
12. Stefanyshyn D.V. A method of decision making at risk in natural resources use by pairwise comparison of alternatives with taking account of risks of lost opportunities / D.V. Stefanyshyn, Yu.D. Stefanyshyna // Proc. of Int. Scientific School «Modelling and Analysis of Safety and Risk in Complex Systems». July 7-11, 2009. – S.-Petersburg, Russia. – P.P. 435–439.
13. Козелецкий Ю. Психологическая теория решений / Ю. Козелецкий. Пер. с польск. Г.Е. Минца, В.Н. Поруса / Под ред. Б.В. Бирюкова. – М.: Прогресс, 1979. – 504 с.
14. Стефанишин Д.В. Метод формування інвестиційного портфеля в природокористуванні з врахуванням ризику невикористаних можливостей / Д.В. Стефанишин, Ю.Д. Стефанишина // Екологічна безпека та природокористування. Зб. наук. праць. – Вип. 9. – К.: КНУБА, ІТГП НАНУ, 2012. – С. 201–212.

*Стаття надійшла до редакції 07.08.2015*

УДК 330.4

М.Л. МИРОНЦОВ

## АНАЛІЗ ДОВГОСТРОКОВИХ БІРЖЕВИХ ТРЕНДІВ КОРЕЛЯЦІЙНИМИ МЕТОДАМИ

***Анотація.** Запропоновано метод дослідження довгострокових біржових трендів за допомогою коефіцієнта динамічної кореляції. Показано, що зміна коефіцієнта динамічної кореляції різних курсів в деяких випадках може бути ознакою наближення незворотної зміни валютного курсу. В представленій емпіричній роботі було використано реальні біржові котирування.*

***Ключові слова:** коефіцієнт динамічної кореляції, валютний курс.*

### Вступ

Один із засобів опису стану будь-якої моделі – параметричний. Однак для дослідження динаміки стану системи необхідно досліджувати не тільки миттєві значення параметрів, але і динамічні закони, що описують їх зміни. Так, стан математичного маятника (період коливання не залежить від маси матеріальної точки і амплітуди коливань) можна описувати висотою відхилення матеріальної точки від точки рівноваги і напрямком руху. Однак ці дві величини не міститимуть інформацію про динаміку подальшої поведінки системи чи якісну зміну її стану внаслідок зовнішнього впливу (умов задачі: сили тяжіння, умови нерозтяжності нитки).

Існує безліч систем, якісна зміна стану яких може призвести до значних негативних наслідків. Наприклад, постійно спостережувані кількісні зміни коливань земної кори можуть набувати якісно іншої форми і призводити до необоротних наслідків – землетрусів (людські жертви, руйнування інфраструктури тощо). І якщо сейсмічна активність в більшій чи меншій мірі присутня завжди, то виявлення тренда, який призведе або може призвести до «сейсмічної події» або так званого «розвантаження» є першочерговим завданням.

За цією аналогією поставимо питання про наявність і можливості дослідження і виявлення таких довгострокових трендів при коливанні біржових курсів методами кореляційного аналізу.

### 1. Основна частина

В якості системи буде розглянутий конкретний ринок валюти (Лондонська біржа). Миттєві параметри, що її описують – миттєві значення курсів різних валют. Досліджуватимемо не взаємні співвідношення між ними, а динаміку зміни їх взаємного зв'язку (вважаючи, що за зміною ступеня такого зв'язку стоїть певний динамічний процес, а не миттєва кон'юнктура). Кількісну міру ступеня взаємного зв'язку введемо за аналогією з коефіцієнтом кореляції Пірсона (КП) [1], що розраховується для декількох функцій і для обмеженого «вікна» спостереження. А саме величину:

$$DC_m^l(X_1, X_2, \dots, X_n) = \frac{\sum_{j=m-l}^m \prod_{i=1}^n (x_i^j - \sum_{k=m-l}^m x_i^k)}{\sqrt{\prod_{i=1}^n \sum_{j=m-l}^m (x_i^j - \sum_{k=m-l}^m x_i^k)^2}}, \quad (1)$$

де  $X_i$  – досліджувані функції,  $x_i^j$  – їх миттєві значення у  $j$ -й момент спостереження, будемо називати коефіцієнтом динамічної кореляції (ДК). Визначений в такий спосіб ДК  $DC_m^l$  на кожному інтервалі від 1-го до  $m$ -го спостереження для двох функцій буде КП цього інтервалу. Будемо досліджувати  $DC_m^l$  як функцію моменту спостереження  $m$  та ширини «вікна» спостереження (ШВС)  $l$ .

Вочевидь,  $|DC_m^l(X_1, X_1, \dots, X_1)| \equiv 1$  і, як це показано для досліджуваних функцій (див. рис. 1), ДК має наступні властивості симетрії:

$$DC_m^l(X_1, X_2) = DC_m^l(X_2, X_1),$$

$$DC_m^l(X_1, X_2) = DC_m^l(1/X_2, 1/X_1),$$

$$DC_m^l(X_1, 1/X_2) = -DC_m^l(X_1, X_2).$$

Також явно, що характер ДК є залежним не тільки від функцій  $X_i$ , але і від ШВС (рис. 2).

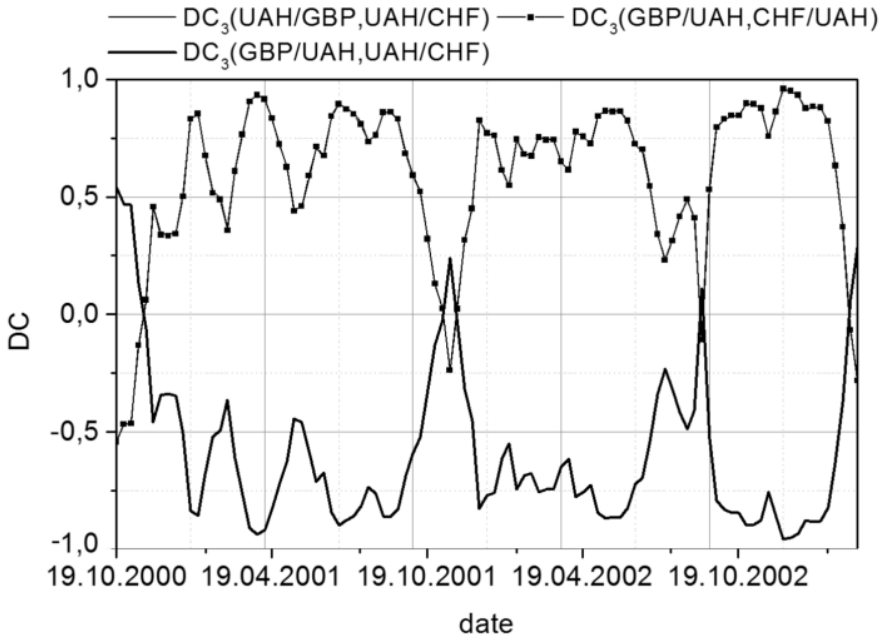


Рисунок 1 – Властивості симетрії коефіцієнта динамічної кореляції

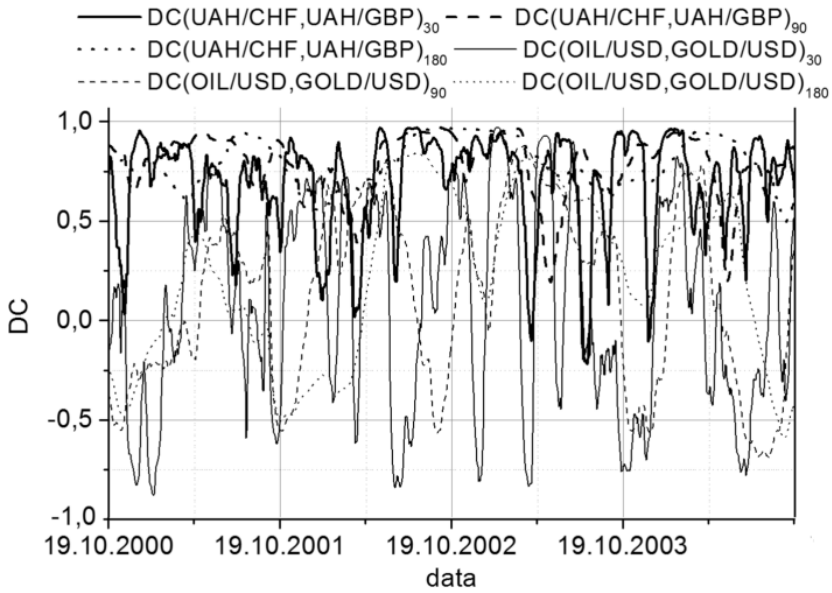


Рисунок 2 – Порівняння різних коефіцієнтів динамічної кореляції

Використаємо у якості досліджуваних функцій курси валют, ціну нафти та золота (UAH – українська гривня, GBP – фунт Великобританії, USD – американський долар, CHF – швейцарський франк, GOLD – тройська унція, OIL – барель нафти Brent) за даними агенції Bloomberg [2] (моменти спостереження – закінчення денної торгової сесії на Лондонській біржі). Таким чином,  $DC_3(UAH/USD, UAH/CHF)$  – функція ДК з ШВС 3 доби за курсами української гривні до американського долару та української гривні до швейцарського франку.

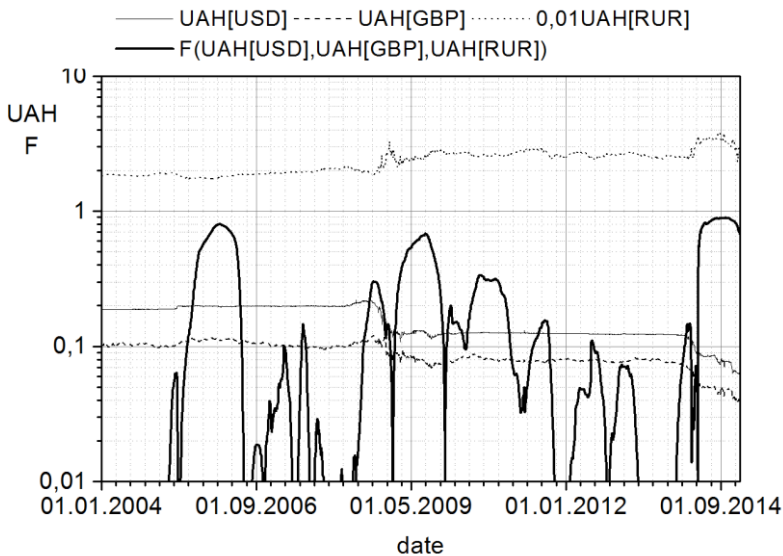


Рисунок 3 – Курси валют  $UAH/USD$ ,  $UAH/GBP$  та  $UAH/RUR$ . Визначення функції  $F$  див. текст



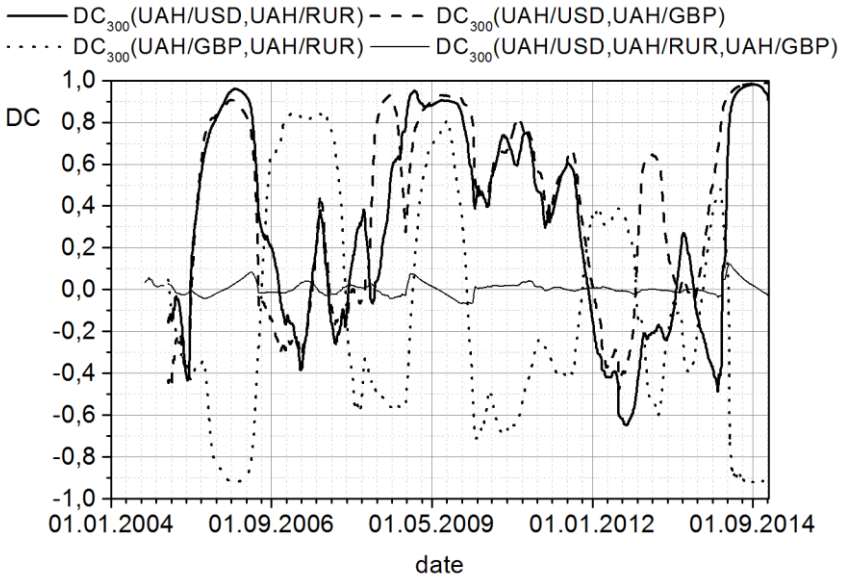


Рисунок 4 – Порівняння різних коефіцієнтів динамічної кореляції для курсів валют *UAH/USD*, *UAH/GBP* і *UAH/RUR*

Припустимо, що в нашій системі присутні процеси, що впливають з різною швидкістю і різною мірою на миттєві параметри. Дослідимо зміну ДК, у припущенні, що збільшення ШВС дозволяє розглядати довгострокові процеси. На рис. 3. наведено зміну у часі курсу української гривні до американського долара, британського фунту і російського рубля за період з 28.05.2004 по 31.12.2014 при ШВС, рівному 300 днів (рис. 3). Функція  $F$  на рис. 3 задана наступним чином:

$$F = DC_{300} \left( \frac{UAH}{USD}, \frac{UAH}{GBP} \right) \cdot DC_{300} \left( \frac{UAH}{GBP}, \frac{UAH}{RUR} \right) \cdot DC_{300} \left( \frac{UAH}{RUR}, \frac{UAH}{USD} \right).$$

Якщо подією називати незворотну зміну курсу (зміна середнього значення, щодо якого відбуваються коливання), то на наведеному графіку можна чітко виділити три таких події: 2004 року, 2008 року і подія, що триває з кінця 2013 року. Подія 2004 року не так відчутно виражена в абсолютних величинах (як дві наступні, див. рис. 3). А саме: зміна складала: на 7.04.2005 1 USD = 0,1889 UAH, на 28.04.2005 – 1 USD = 0,1996 UAH. На рис. 4 наведено функції  $DC_{300} \left( \frac{UAH}{USD}, \frac{UAH}{GBP} \right)$ ,  $DC_{300} \left( \frac{UAH}{USD}, \frac{UAH}{RUR} \right)$ ,  $DC_{300} \left( \frac{UAH}{GBP}, \frac{UAH}{RUR} \right)$ ,  $DC_{300} \left( \frac{UAH}{USD}, \frac{UAH}{GBP}, \frac{UAH}{RUR} \right)$ .

Таке одночасне порівняння ДК для двох і трьох функцій дозволяє досліджувати динаміку ступеня взаємного зв'язку кожного окремого курсу з іншим.

Якщо зміна курсу є наслідком дії зовнішніх чинників (за аналогією з математичним маятником), то динаміка зміни їх взаємного зв'язку дозволяє визначити періоди, коли зовнішні чинники: в однаковій мірі впливають на курси, впливають з різною швидкістю, взагалі не впливають або впливають

по-різному на різні курси. Зовнішніх чинників може бути декілька: зміна зовнішньополітичного стану; зміна політики центрального банку тієї чи іншої країни з підтримки курсу національної валюти; зміна обсягів видобутку вуглеводнів або обсягів їх доведених запасів, що призводить до зміни ціни на нафту тощо. Кореляційна оцінка не може сама по собі визначити природу зовнішнього чинника, проте вона може сигналізувати про факт події і, можливо, про наближення події. Для нас цікавим є останнє, оскільки про факт події сигналізують самі миттєві параметри.

Зауважимо, що з (1) випливає, що  $DC_m^l$  для будь-яких значень ШВС  $m$  в будь-який час спостереження  $l$  жодним чином не залежить від значень функцій  $X_i$  в момент  $l + 1$  та наступні моменти. Іншими словами, розраховані ДК для моменту DD.MM.YYYY жодним чином не залежать від значень курсів у часи (DD+1).MM.YYYY, (DD+2).MM.YYYY і т. д.

## Висновки

Таким чином, вивчення функцій ДК дозволяє ввести критерії, виконання яких є необхідною умовою події. Наведені приклади вказують, що для них ця умова є необхідною, але не можуть дати відповіді на питання можливості таким чином ввести умови достатності.

Досліджуючи наведені на рис. 3 і рис. 4 дані, можна чітко виділити три події. При цьому аналіз змін ДК щодо різних курсів дозволяє заздалегідь сигналізувати наближення події.

Так, перед кожною з трьох вказаних подій на всьому інтервалі в період з 28.05.2004 по 31.12.2014 функція  $F$  протягом 6 місяців має значення, що менше 0,05. Одразу після перевищення нею цієї позначки 0,05 протягом 30-60 спостережених днів відбувається подія.

Зокрема, 7 квітня 2005 середнє значення  $USD/UAH$  становить 0,1889, і вже 28 квітня це значення змінюється до 0,1996. Значення 0,05 функція  $F$  долає менш ніж за два місяці до цієї події (після довгого періоду  $F < 0,05$  (див. рис. 3)).

Наведені дані носять емпіричний характер і являють собою спробу з нового боку оцінити продуктивність методів кореляційного аналізу при прогнозі біржових курсів.

У роботі застосовувалися ті ж підходи, що і в роботі автора з методів прогнозування регіональної сейсмічної обстановки.

Роботу виконано за часткової підтримки Державного Фонду Фундаментальних Досліджень (конкурс Ф61).

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебное пособие для вузов. – 10-е издание, стереотипное. – Москва: Высшая школа, 2004. – 479 с.
2. Біржові курси. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.bloomberg.com](http://www.bloomberg.com)

*Стаття надійшла до редакції 22.06.2015*

УДК 342.1:338.45.003.5

О.А. СВЯТОГОР, І.В. КРЕМЕНОВСЬКА

## АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА І ЗЛОВЖИВАННЯ БЮДЖЕТНИМИ КОШТАМИ

***Анотація.** Статтю присвячено виявленню схем одержання окремими виробниками надприбутків від виробництва електричної енергії з альтернативних джерел. Наведено приклади й результати розрахунків, що свідчать про фактичне розкрадання з державного бюджету коштів для покриття витрат на виробництво «зеленої» електроенергії, та з'ясовано причини виникнення дисбалансу на енергоринку України.*

***Ключові слова:** електрична енергія, енергоринок, тарифоутворення, альтернативні джерела електроенергії, «зелені» тарифи.*

### Вступ

Останнім часом у середовищі політиків, науковців і представників бізнес-кіл дедалі більш популярною і, певною мірою, знаковою стає проблематика виробництва та використання електроенергії з альтернативних (відновлювальних) джерел. Попри це, залишається нерозв'язаною основна проблема, що перешкоджає повноцінній реалізації державою запланованих нею реформ в енергетичній галузі: ця проблема полягає у надзвичайно низькому рівні наукових і практичних знань громадських утворень та інституцій (населення, фахівців, підприємців, посадових осіб державних контролюючих органів) у сфері енергетики взагалі та альтернативної (відновлювальної) енергетики зокрема.

Питання альтернативної енергетики та запровадження «зелених» тарифів досліджували такі науковці і практики, як В.Г. Литовченко, М.В. Стріха, Г.Д. Джумагельдієва, Ю.В. Ващенко, О.Б. Кишко, І.В. Стеценко, Ю.А. Зав'ялець, О.М. Яцько, С.П. Шаповалов, І.І. Венгрин, О.Т. Возняк, М.Є. Янків, Д.П. Богачук, С.В. Голікова та інші автори. Водночас, «зелена» (відновлювальна, альтернативна) енергетика в ідеологічному та емоційному розумінні останніми роками стала настільки привабливою, що достатньо лише використовувати цей популярний бренд, спекулюючи ним як завгодно, аби повністю зняти критичне сприйняття існуючої проблеми з боку суспільства. Це, своєю чергою, не дозволяє приймати виважені та повною мірою обґрунтовані управлінські рішення з питань регулювання процесу виробництва та застосування альтернативної енергетики.

У попередніх публікаціях нами було виявлено суттєві недоліки застосовуваної в Україні системи тарифоутворення [1], проаналізовано особливості розрахунку реальної вартості «зеленої» електроенергії [2] та викладено висновки щодо наявності корупційних схем, які призвели до виникнення дисбалансу на енергоринку країни [3]. Отже, мета даного дослідження полягає в тому, щоби на підставі аналізу статистичних і розрахункових показників аргументувати потенційну і реальну небезпеку альтернативної енергетики та «зелених» тарифів для вітчизняної економіки.

## 1. Динаміка виробництва електричної енергії з альтернативних джерел у річній перспективі

У руслі нашого дослідження становить науковий інтерес аналіз «чистих» показників обсягів виробленої електричної енергії з альтернативних джерел у річній перспективі, а саме за попередній і поточний роки.

Наведену нижче інформацію було одержано на особистий запит одного із авторів цієї статті – О.А. Святогора від Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сфері енергетики та комунальних послуг (далі – НКРЕКП; лист від 18.08.2015 р., вих. № 8601/17.2/61015), та далі її було узагальнено і викладено у табл. 1.

Таблиця 1 – Показники динаміки та складова електроенергії, виробленої з альтернативних джерел

Період	Загальний обсяг виробництва електроенергії, тис. кВт·год / сума, грн.		Альтернативні джерела: % у загальному виробництві / обсяг виробництва, тис. кВт·год		Альтернативні виробники: % від загальної «каси» енергоринку / сума, грн.	
Вересень 2014	11 622 086	7 654 617 359	1,53	177 818	8,97	686 968 055
Жовтень 2014	13 555 047	9 352 019 403	1,29	174 860	6,40	598 931 329
Листопад 2014	14 471 010	10 241 310 912	1,00	144 710	3,91	401 448 310
Грудень 2014	15 345 374	11 303 041 230	1,00	153 453	3,47	395 294 575
Січень 2015	15 035 959	10 590 720 625	1,00	150 359	3,74	410 000 089
Лютий 2015	13 332 455	8 814 782 788	1,14	151 990	5,01	467 355 961
Березень 2015	13 784 824	10 912 291 640	1,40	192 987	7,48	839 754 724
Квітень 2015	12 207 135	10 508 124 453	1,54	187 990	11,17	1 188 955 124
Травень 2015	10 702 370	8 658 891 762	1,36	145 552	12,49	1 082 423 604
Червень 2015	10 526 583	8 683 830 173	1,17	123 161	10,48	936 661 090

У першому стовпці послідовно зазначено звітний (обліковий) період, місяць і рік.

У другому стовпці наведено показники місячного обсягу виробництва та відпуску в оптовий ринок електроенергії (ОРЕ), а також суму (загальну вартість) електричної енергії, що її вироблено всіма виробниками.

У третьому стовпці зазначено складову електроенергії, що вироблено альтернативними виробниками – відсоток від загального обсягу, а також показники обсягу в кВт·год: останній показник визначено за результатами

арифметичних підрахунків – шляхом множення обсягу загального виробництва на відсоток в обсязі для альтернативних виробників.

У четвертому стовпці зазначено відсоткову складову альтернативних виробників щодо одержання ними коштів із загального обсягу, а також суму коштів, яку було нараховано за вироблені ними обсяги електричної енергії.

Таким чином, читаємо перший рядок: у вересні 2014 року загалом усі виробники в Україні виробили 11 622 086 кВт·год електричної енергії на суму 7 654 617 359 грн.; із загального обсягу частка альтернативних виробників складала 1,53%, в «чистому» обсязі це становить 177 818 тис. кВт·год; при цьому альтернативні виробники одержали з енергоринку 8,97% грошових коштів на суму 686 968 055 грн.

## **2. Фактор залежності альтернативних джерел енергії від природних (атмосферних) циклів**

Аналіз наведених показників дає можливість прослідкувати таку загальну тенденцію: у загальному («чистому») обсязі виробництва електроенергії частка обсягу електроенергії з альтернативних джерел протягом минулого року практично не зазнавала істотних змін.

Наприклад, у вересні 2014 р. обсяг виробництва «зеленої» електроенергії склав 177 818 тис. кВт·год, у жовтні 2014 р. – 174 860 тис. кВт·год, але вже у листопаді 2014 р. порівняно з жовтнем було вироблено лише на 10% менше, тобто 144 710 тис. кВт·год. Подібне зменшення (коливання) є практично нікчемним, неістотним, однак причини такого коливання практично не піддаються логічному поясненню. Тим більше, це складно пояснити з огляду на те, що у грудні 2014 р. було вироблено вже 153 453 тис. кВт·год, у січні 2015 р. – 150 359 тис. кВт·год, у лютому – 151 990 тис. кВт·год, а вже у березні обсяг виробництва «зеленої» електроенергії зростає до 192 987 тис. кВт·год, та у квітні, відповідно, цей обсяг становив 187 990 тис. кВт·год.

Законом України «Про альтернативні джерела енергії» [4] у ст. 10 визначено, що використання альтернативних джерел енергії має певні особливості, зокрема зумовлені природними умовами, а саме:

- залежністю від атмосферних та інших умов довкілля;
- наявністю біомаси, кількість якої залежить від обсягів щорічних урожаїв;
- періодичністю природних циклів, внаслідок чого виникає незбалансованість виробництва енергії.

На цю обставину – залежність альтернативних джерел енергії від природних (атмосферних) чинників – звертають увагу й інші дослідники. Практично кожен з науковців у своїх працях згадує про цю загальновідому особливість. Зокрема, В.Г. Литовченко та М.В. Стріха у своїй праці «Сонячна енергетика: фотовольтаїка» на підставі аналізу зарубіжного досвіду та напрацювань вітчизняної науки вказують на те, що розв'язання енергетичної проблеми майбутнього базуватиметься на комбінуванні декількох застосовуваних на сьогодні підходів, при цьому конкретні сценарії в кожній країні варіюватимуться залежно від кліматичної зони, наявності тих або інших місцевих ресурсів та стану економіки [5, с. 48].

Однак на практиці, як показують наведені вище офіційні дані та визначені нами показники, рівень виробництва електричної енергії з альтернативних

джерел є практично незмінним. Показники коливання, що також було виявлено, є незначними й такими, що не можуть мати системного пояснення з огляду на жодні природні чинники та фактори. Так, протягом зимових місяців 2014 р. обсяги виробництва істотно перевищували обсяги виробництва у травні та червні 2015 р. (у червні 2015 р. сонячна активність була явно вищою, аніж активність зимових місяців), а протягом березня та квітня 2015 р. («демисезонні» місяці) обсяги виробництва сягали максимального значення (при тому, що протягом цих місяців сонячна активність ще не досягала найбільшого значення, і так само не було передумов для використання інших «альтернативних» джерел).

Чому ж так відбулося і чим можна пояснити таку алогічність і відсутність системного підходу під час виробництва та продажу електричної енергії з альтернативних джерел? Пояснення, на наш погляд, можна знайти, аналізуючи інші показники наведеної нами таблиці, зокрема другий та четвертий вертикальні рядки.

Так, не можна не помітити, що для виробників «зелені» тарифи є надзвичайно привабливими та «цінними». Наприклад, якщо взяти дані за вересень 2014 р., то середня ринкова ціна електроенергії буде становити 658,63 грн. за 1 тис. кВт·год. (визначається діленням загальної суми (7 654 617 359 грн.) на вироблений обсяг (11 622 086 тис. кВт·год), або ж, за спрощеним обчисленням, – 65 коп. за 1 кВт·год.

За цей саме період вартість «зеленої» електроенергії визначається у сумі 3863,32 грн. за 1 тис. кВт·год (такі показники визначено шляхом поділу отриманої (нарахованої) вартості/суми (686 968 055 грн.) на загальний обсяг (177 818 тис. кВт·год), що, своєю чергою, за приблизними підрахунками, становить майже 3,9 грн. за 1 кВт·год.

Навряд чи може вважатися «ліричним відступом» і врахування (оцінка) таких показників: відповідно до постанови НКРЕКП № 220 від 26.02.2015 р. [6] визначено тарифи (вартість) електричної енергії для споживачів (фізичних осіб) у розмірах: з 01 квітня 2015 р. до 31 серпня 2015 р. – 36,6 коп. за 1 кВт·год (за умови споживання обсягом до 100 кВт·год на місяць).

З 01 вересня 2015 р. відповідно до цієї ж постанови НКРЕКП тариф для цієї ж категорії населення становить вже 45,6 коп. за 1 кВт·год, тобто фізичні особи загалом споживають електричну енергію за вартістю, яка є істотно меншою за вартість виробництва (однак, у будь-якому випадку споживачі сплачують вартість електроенергії (в тому числі й «зеленої») у вартості товарів, робіт, послуг (продуктів харчування, одягу, проїзду тощо), оскільки на енергоринку досягається певний баланс.

Ще раз повернемося до наших розрахунків та наголосимо: усереднена вартість всієї виробленої електроенергії становить 65 коп. за 1 кВт·год, при цьому вартість «зеленої» становить 3,9 грн. за 1 кВт·год. Тобто, різниця становить більше ніж 6 разів (у середньому, «зелені» тарифи мають саме такий рівень «привабливості» та наповнення).

Таким чином, у вересні 2014 р. альтернативні виробники електроенергії, виробивши тільки 1,53% від загального обсягу всієї електроенергії, претендували на отримання з Оптового ринку електричної енергії України 8,97% від загальної «каси» (обсягу зібраних коштів). Такий стан справ, який може бути відверто охарактеризовано лише як безлад, пояснюється виключно загальними, поверхневими та емоційно забарвленими фразами про

«ексклюзивність» альтернативної енергетики, її корисність, необхідність підтримки (за рахунок інших виробників та споживачів шляхом застосування системи дотацій) та про їх високу екологічність і перспективність.

З огляду на наведене виглядає дивною позиція регулятора у встановленні (визначенні) тарифів для виробників електричної енергії з альтернативних джерел. Зокрема, 06 серпня 2015 р. НКРЕКП було ухвалено постанову № 2140 «Про встановлення на липень 2015 року тарифів на електричну енергію, продану в Оптовий ринок електричної енергії України виробникам, яким НКРЕКП встановила «зелений» тариф та додатковий платіж для компенсації недоотриманих коштів» [7], якою, зокрема, було встановлено «ексклюзивний» обсяг тарифів для таких виробників (зазначаємо вибірково), як «ТОВ «Акванова Гідроресурс» у сумі 12,69 грн. за 1 кВт·год (позиція 12 постанови), для ТОВ «Вінниця-енергосервіс» в сумі 13,00 грн. за 1 кВт·год (позиція 14 постанови), для ТОВ «Екосолар Інвест» у сумі 13,00 грн. за 1 кВт·год (позиція 19 постанови).

Для інших виробників було встановлено дещо «скромніший» тариф, зокрема, для ТОВ «Віндкрафт Україна» (позиція 1 постанови) він становить «лише» 4,96 грн. за 1 кВт·год, для ТОВ «Сивашенергопром» (позиція 3 постанови) тариф сягає 6,09 грн. за 1 кВт·год, а для Березівської ГЕС ТОВ «Компанія Гідроенерго», позиція 72 рядок 1 постанови) тариф становить чомусь аж 5007,467628954 коп. за 1 кВт·год, тобто (округлено), більш ніж 50 гривень за 1 кВт·год.

### **3. Причини виникнення дисбалансу на енергоринку України**

Вбачається очевидною наявність суттєвого дисбалансу на енергоринку в частині встановлення і дотримання тарифів за умов неприхованого «підігрування» альтернативним виробникам, які в найкращі часи виробляють не більше 1-1,5% від загального обсягу електричної енергії, водночас претендуючи на одержання коштів у розмірі до 12% (або навіть більше) від зібраної загальної «каси».

І вже цим, на наш погляд, пояснюється дивна «сталість» та нециклічна послідовність обсягів виробленої електричної енергії (хоча з урахуванням сезонних коливань «зелене» виробництво мало б зазнавати змін за обсягами виробленої електричної енергії, адже цю особливість навіть зазначено нормативно – на законодавчому рівні): «зеленого» виробництва електричної енергії в Україні практично не існує. Точніше, виробництво «зеленої» (альтернативної, відновлювальної) енергії існує лише на папері, в уяві ласих до чужого добра спритників з числа нечесних чиновників, які під виглядом розвитку «зелених» технологій банально крадуть кошти у народу.

Саме завдяки штучно підтримуваному дисбалансу цінових позицій та тарифної політики і є сенс «балуватися» з альтернативними енергетичними технологіями (точніше, видимістю їх застосування).

Так, практично кожна особа за певної долі вдачі, нахабства та креативу може зголоситися (назватися) альтернативним виробником, про людське око встановити якесь обладнання (або і не встановлювати жодного, лише оголосивши, що «ось цей пристрій, винахід, доступ до якого ми, як власники винаходу, не надаємо нікому, виробляє електроенергію із альтернативних джерел») і надалі знімати на виході з обладнання показники відпущеної

електроенергії, вимагаючи свою «долю», яка може становити від 4 грн. до 50 грн. за 1 кВт·год – залежно від досягнутих «домовленостей»).

При цьому ту ж електричну енергію, яка була облікована на виході потужностей виробника (на лічильнику), цей же виробник тут же «заводить», придбаваючи з мережі за звичайною ціною (або для фізичних осіб, або для промислових виробників, які сплачують (залежно від категорії, не більше, – округлено, – до 2 грн. за 1 кВт·год).

Саме тому, виходячи з аналізу показників виробництва, тарифної політики – «зелене» виробництво виявилось дивовижно сталим і постійним (що підтверджують наведені нами приклади), і незначні коливання можна пояснити або ж участю у виробництві декількох чесних виробників, яких ще не допустили до участі у шахрайських і корупційних схемах, або ж активністю контролюючих органів, у присутності яких здійснювати одномоментне придбання з мережі та «продаж» електроенергії як «зеленої» буде виглядати занадто нахабним.

## Висновки

«Зелений» бізнес є настільки прибутковим, що жодна торгівля людьми, органами, зброєю, наркотиками, виробництво фальшивих грошей – як то кажуть, і поруч не стояли.

Усунути подібні зловживання можна лише за досягнення і дотримання єдиних стандартів і показників у частині ціноутворення (тарифної політики) на засадах чесності та розумності. У випадку, коли ціни будуть визначатися на ринкових засадах (без зайвого адміністрування) та будуть розумними і виваженими – зловживання просто втратять сенс. Допоки ж буде можливість крутість навколо вартості продукції, коли залежно від статусу така продукція буде коштувати суми, які різнитимуться в декілька разів, буде ризик придбавати той саме обсяг товару на одному фрагменті ринку й одразу продавати його в рази дорожче, паразитуючи на економіці.

Подібні зловживання дискредитують саму ідею «зеленої» енергетики як таку і не створюють стимулу для її розвитку, адже навіть розвивати щось нове у напрямі технічного прогресу, коли можна й надалі продовжувати штучно створювати видимість здійснення прибуткової діяльності й отримувати надприбутки, фактично нічого корисного не виробляючи.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кременовская И.В. Тарифная «простота» хуже воровства / И.В. Кременовская, А.А. Святогор // Міжнародне та національне законодавство: способи удосконалення : Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 3 – 4 квітня 2015 р., м. Дніпропетровськ. – Дніпропетровськ: Дніпропетровський гуманітарний університет, 2015. – С. 92–94.
2. Кременовська І.В. Визначення реальної вартості «зеленої» електроенергії / І.В. Кременовська, О.А. Святогор // Математичне моделювання в економіці. – 2015. – № 2. – С. 112–118.
3. Кременовська І.В. Альтернативний погляд на «альтернативну» енергетику та «зелені» тарифи / І.В. Кременовська, О.А. Святогор // Порівняльно-аналітичне право. – 2015. – № 3. – С. 111–115.



4. Про альтернативні джерела енергії: Закон України від 20.02.2003 р. № 555-IV // Офіційний вісник України. – 2003 р. – № 12. – Ст. 73. – Ст. 522.
5. Литовченко В. Сонячна енергетика: фотовольтаїка / В. Литовченко, М. Стріха // Світогляд : науково-популярний журнал. – 2015. – № 2. – С. 46–54.
6. Про встановлення тарифів на електроенергію, що відпускається населенню: Постанова Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг від 26.02.2015 р. № 220 // Офіційний вісник України. – 2015. – № 15/1. – Стор. 4. – Ст. 399.
7. Про встановлення на липень 2015 року тарифів на електричну енергію, продану в Оптовий ринок електричної енергії України виробникам, яким НКРЕКП встановила «зелений» тариф та додатковий платіж для компенсації недоотриманих коштів»: Постанова Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг від 06.08.2015 р. № 2140 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nerc.gov.ua/?id=16938>. – Назва з екрану.

*Стаття надійшла до редакції 28.07.2015*

## РЕФЕРАТИ / ABSTRACTS

### ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ INFORMATION TECHNOLOGY IN ECONOMY

---

УДК 004.77

**Використання нейронних мереж для прогнозування розвитку компанії**  
/ Дворакова Л., Вохозка М. // Математичне моделювання в економіці. – 2015. – №3. – С. 5 – 12.

Використання нейронних мереж для прогнозування розвитку компанії в даний час уявити набагато легше, ніж раніше. Використання даних є однією з найбільш важливих складових прогнозу можливого розвитку компанії. Існує багато способів, як застосувати ці дані і яку конкретну нейронну мережу вибрати. Розробка нейронних мереж бере початок у 1943 році, коли був описаний «Перцептрон», і з тих пір нейронні мережі почали розвиватися все більше і більше. Навіть сьогодні постійно з'являються і розвиваються нові гібридні нейронні мережі, які є часто більш точними, ніж просто одношарові і багатшарові мережі. Те, яким чином можна вивчати і оцінювати дані, є вкрай важливим для їх використання в економіці.

УДК 004.77

**Использование нейронных сетей для прогнозирования развития компании**  
/ Дворакова Л., Вохозка М. // Математическое моделирование в экономике. – 2015. – №3. – С. 5 – 12.

Использование нейронных сетей для прогнозирования развития предприятия в настоящее время можно намного более реально себе представить, чем раньше. Получение данных является одной из наиболее важных составляющих возможной предикции развития предприятия. Существует большое количество возможностей применения этих данных и выбора конкретной нейронной сети. Развитие нейронных сетей относится к 1943 году, когда был описан «Перцептрон», с тех пор начали развиваться другие нейронные сети. И сегодня постоянно появляются и развиваются новые гибридные нейронные сети, которые зачастую точнее однослойных и многослойных сетей. То, каким образом можно осваивать данные, является принципиальным для их использования в экономике.

УДК 330.142.005+004.622+504(477)

**Інформаційний інструментарій оцінки екологічних ресурсів в Україні**  
/ Рогожин А.Г., Хлобыстов Е.В., Яковлев Е.А. // Математическое моделирование в экономике. – 2015. – №3. – С. 13 – 26.

В статье рассмотрены возможности технической реализации предложенного авторами методического подхода к осуществлению экономической оценки экологических ресурсов путем учета экологического ущерба от негативных последствий деятельности потенциально опасных хозяйственных объектов. Предложена принципиальная схема региональной оценки экологических ресурсов по реципиентам эколого-экономических потерь от потенциальных аварий на этих предприятиях. Основу такой оценки составляет итерационная процедура

прогнозування вероятних зон поразення максимально можливими техногенними аваріями на кожному потенціально небезпечному господарстві об'єкті регіону. Для оцінки еколого-економічного збитку від забруднення оточуючої середовища ключовим фізичним параметром, по якому вимірюється шкода для основних природних компонентів, крім площі поразення, є середня концентрація небезпечного речовини в зоні поразення. На прикладі атмосферного повітря здійснено аналіз діючих методик математичного моделювання прогнозованої зони забруднення. Однак всі вони виявилися малопридатними на регіональному рівні оцінки. В межах статистичного підходу потрібно використовувати спрощені розрахункові схеми чисельної оцінки максимальних приземних концентрацій по осі вітрового переносу забруднення.

UDC 330.142.005+004.622+504(477)

**Information tools evaluation of environmental resources in Ukraine** / Rogozhyn O.G., Hlobystov E.V., Yakovlev E.O. // *Mathematical modelling in economy*. – 2015. – №3. – P. 13 – 26.

In the article the possible technical realization of the proposed methodological approach to the implementation of economic valuation of environmental resources is considered. This is done by taking into account the environmental damage from the adverse effects of activities potentially hazardous objects. A basic scheme of the regional assessment of ecological resources is offered. The basis of such estimation is an iterative procedure of predicting probable zones of defeat possible man-made accidents every potentially hazardous facility in the region. To assess the ecological and economic damage in addition to lesion size, the average concentration of dangerous substances in the affected area used.

---

## МАТЕМАТИЧНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ В ЕКОНОМІЦІ MATHEMATICAL AND INFORMATIONAL MODELS IN ECONOMY

---

УДК 330.101

**Про прагматистську інституціональну економіку** / Єфімов В.М. // *Математичне моделювання в економіці*. – 2015. – №3. – С. 27 – 54.

Існує дві логіки функціонування науки як інституту: логіка виробництва і розповсюдження знань, спрямованих на вирішення існуючих соціально-економічних проблем, і логіка виживання представників професії. Ці дві логіки можуть суперечити одна одній. Перша відповідає логіці виконання наукою її соціальних завдань. Друга відповідає сподіванням членів будь-якого суспільного організму з метою виживання в якості членів цього організму. На погляд автора статті, прагматична інституціональна економіка може не тільки успішно виконувати свою соціальну задачу, але і отримати колосальні проблеми в «розумінні» Томаса Куна. Економічні реалії дуже складні, визначаються значною мірою культурною спадщиною, але в той же час і дуже динамічні. Знання в області цих реальностей для різних країн, і навіть для різних регіонів і різних секторів економіки усередині однієї країни, в різні періоди часу навряд чи можуть бути представлені, виходячи із зазначених категорій. Це означає, що спілкування між членами сучасного співтовариства вчених-економістів, яке є в значній мірі міжнародним, складне. В цій ситуації переваги для проведення профорієнтації вчених-економістів для створення професійних спільнот на основі картезіанства швидше прагматичні, ніж очевидні. Цей документ є зверненням до економістів прийняти прагматичний метод, який, в його сучасній формі, відноситься до соціальних наук, – це якісні дослідження.

УДК 330.101

**О прагматистской институциональной экономике** / Ефимов В.М. // Математическое моделирование в экономике. – 2015. – №3. – С. 27 – 54.

Существует две логики функционирования науки как института: логика производства и распространения знаний, направленных на решение существующих социально-экономических проблем, и логика выживания представителей профессии. Эти две логики могут противоречить друг другу. Первая соответствует логике выполнения наукой ее социальных задач. Вторая соответствует чаяниям членов любого общественного организма, чтобы выжить в качестве членов этого организма. На взгляд автора статьи, прагматическая институциональная экономика может не только успешно выполнять свою социальную задачу, но и получить колоссальные проблемы в «понимании» Томаса Куна. Экономические реалии очень сложны, определяются в значительной степени культурным наследием, но в то же время и очень динамичны. Знания в области этих реальностей для разных стран, и даже для разных регионов и различных секторов экономики внутри одной страны, в разные периоды времени вряд ли могут быть представлены, исходя из указанных категорий. Это означает, что общение между членами современного сообщества ученых-экономистов, которое является в значительной степени международным, сложно. В этой ситуации преимущества для проведения профориентации ученых-экономистов для создания профессиональных сообществ на основе картезианства скорее прагматичны, чем очевидны. Этот документ является обращением к экономистам принять прагматический метод, который, в его современной форме, относится к социальным наукам, – это качественные исследования.

---

УДК 330.101 + 330.532

**Сутність фіктивного капіталу і його роль в розвитку глобальної економічної кризи** / Ведуга О.М., Гуляев Р.А. // Математичне моделювання в економіці. – 2015. – №3. – С. 55 – 61.

В даній статті автори аналізують поняття фіктивного капіталу, розкривають сутність та особливості функціонування. Проводиться аналіз трансформації ролі фіктивного капіталу в процесі циклічного розвитку економіки і виявляються сучасні форми існування. Автори роблять висновок про необхідність чіткого поділу поняття «капітал» на реальний і фіктивний капітал, що виключно важливо для стратегічного планування розвитку економіки на всіх рівнях в умовах сформованої світової фінансової системи.

УДК 330.101 + 330.532

**Сущность фиктивного капитала и его роль в развитии глобального экономического кризиса** / Ведуга Е.Н., Гуляев Р.А. // Математическое моделирование в экономике. – 2015. – №3. – С. 55 – 61.

В данной статье авторы анализируют понятие фиктивного капитала, раскрывают сущность и особенности функционирования. Проводится анализ трансформации роли фиктивного капитала в процессе циклического развития экономики и выявляются современные формы существования. Авторы делают вывод о необходимости четкого разделения в понятии «капитал» реального и фиктивного капитала, что исключительно важно для стратегического планирования развития экономики на всех уровнях в условиях сложившейся мировой финансовой системы.

---

УДК 004.942

**Прогнозування розвитку будівельних компаній за допомогою нейронних мереж на основі даних Чеської Республіки** / Вохозка М., Роуланд З. // Математичне моделювання в економіці. – 2015. – №3. – С. 62 – 76.

Будівельна галузь є однією з найважливіших галузей у всіх розвинених економіках світу. Вона першою вказує на потенційні проблеми національної економіки і першою ж сигналізує про ознаки відновлення в економіці, яка виходить з рецесії або навіть кризи. Мета цієї статті полягає у використанні нейронних мереж для прогнозування потенційних фінансових труднощів будівельних компаній в Чеській Республіці.

Для моделювання конкретних нейронних мереж були використані дані всіх будівельних компаній Чеської Республіки за 2003–2013 рр. Набір даних містить майже 67 000 облікових записів про компанії у відповідні роки. Зокрема, це повна фінансова звітність та інші небухгалтерські дані (наприклад, про співробітників компаній). При моделюванні тієї чи іншої штучної нейронної мережі були використані: лінійна мережа, ймовірнісна нейронна мережа (PNN), узагальнена регресна нейронна мережа (GRNN), радіальна базова мережа (RBF), тришарова перцептронна мережа (TLP) і чотиришарова перцептронна мережа (FLP). Результатом аналізу є конкретна модель штучної нейронної мережі, яка може визначити з точністю більше ніж 90%, чи компанія в змозі подолати передбачувані фінансові труднощі, чи компанія за кілька років збанкрутує або збанкрутує протягом одного календарного року. В тексті також містяться базові статистичні характеристики використаного набору даних і результат дослідження (аналіз чутливості, матриця неточностей та інші). Модель будуть використовувати на практиці як керівники будівельних компаній, так і інвестори, які шукають прийнятну компанію, до якої би могли вкласти капітал, конкуренти та інші.

УДК 004.942

**Прогнозирование развития строительных компаний с помощью нейронных сетей на основе данных Чешской Республики** / Вохозка М., Роуланд З. // Математическое моделирование в экономике. – 2015. – №3. – С. 62 – 76.

Строительная промышленность является одним из основных столпов всех развитых экономик мира. На ней в первую очередь отражаются возможные проблемы национальной экономики. На ней же одной из первых проявляется возможное улучшение состояния экономики, выходящей из состояния рецессии или даже кризиса. Целью статьи является использование нейронной сети для прогнозирования возможных финансовых затруднений строительных предприятий Чешской Республики.

Для моделирования конкретной нейронной сети были использованы данные обо всех строительных компаниях Чешской Республики в 2003–2013 гг. Комплекс данных таким образом содержит ок. 67 000 учётных записей о фирмах в отдельные годы. Конкретнее, это все данные годового баланса и другие небухгалтерские данные (к примеру, о сотрудниках фирм). При моделировании конкретной искусственной нейронной сети использовались: линейная сеть, предполагаемая нейронная сеть (PNN), обобщённая регрессионная нейронная сеть (GRNN), радиальная основная сеть (RBF), трёхслойная перцептронная сеть (TLP) и четырёхслойная перцептронная сеть (FLP). Результатом анализа стала конкретная модель искусственной нейронной сети, которая позволяет с более чем девяностопроцентной точностью определить, способно ли предприятие преодолеть возможные финансовые затруднения, обанкротится ли предприятие в ближайшие годы или же в течение одного года. В текст включены основные статистические характеристики рассматриваемого комплекса данных и полученного результата (анализ чувствительности, конфузионная матрица и др.). Модель используют на практике как менеджеры строительных предприятий, так и инвесторы, которые ищут подходящее предприятие для капиталовложения, а также конкуренты, по возможности и другие субъекты.

---

**АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПРОГНОЗУВАННЯ В ЕКОНОМІЦІ**  
**ANALYSIS, EVALUATION AND FORECASTING IN ECONOMY**

---

УДК 004.942

**Моделирование портфельного риска при принятии решений на основе парного сравнения альтернатив** / Стефанишина-Гаврилук Ю.Д., Стефанишин Д.В. // Математическое моделирование в экономике. – 2015. – №3. – С. 77 – 85.

Предложен метод принятия решений при выборе оптимальной структуры инвестиционного портфеля на основе парного сравнения альтернатив с учетом риска неиспользованных возможностей.

UDC 004.942

**Modeling of portfolio risk on decision-making on pairwise comparison of alternatives** / Stefanyshyna-Gavryliuk Yu.D., Stefanyshyn D.V. // Mathematical modeling in economy. – 2015. – №3. – P. 77 – 85.

A method of decision-making to choice of optimal structure of investments portfolio on pairwise comparison of alternatives with taking into account the risk of lost opportunities has been proposed.

---

УДК 336.711.(477)

**Анализ долгосрочных биржевых трендов корреляционными методами** / Миронцов Н.Л. // Математическое моделирование в экономике. – 2015. – №3. – С. 86 – 90.

Предложен метод исследования долгосрочных биржевых трендов с помощью введенного коэффициента динамической корреляции. Показано, что изменение коэффициента динамической корреляции различных курсов в некоторых случаях может являться признаком скорого и необратимого изменения биржевого курса. В данной эмпирической работе использовались данные реальных биржевых котировок.

UDC 330.4

**Analysis of long-term exchange trends for the correlation methods** / Myrontsov M.L. // Mathematical modelling in economy. – 2015. – №3. – P. 86 – 90.

A method for the study of long-term trends using the exchange rate entered a dynamic correlation were proposed. It is shown that the change of the dynamic correlation coefficient various courses in some cases may be a sign of approaching irreversible changes in the exchange rate. The presented empirical work has been used real stock quotes.

---

УДК 342.1:338.45.003.5

**Альтернативная энергетика и злоупотребление бюджетными средствами** / Святогор А.А., Кременовская И.В. // Математическое моделирование в экономике. – 2015. – №3. – С. 91 – 97.

Статья посвящена выявлению схем получения отдельными производителями сверхприбыли от производства электрической энергии из альтернативных источников. Приведены примеры и результаты расчетов, свидетельствующие о фактическом хищении из государственного бюджета средств для покрытия расходов на производство «зеленой» электроэнергии, и дано пояснение причин возникновения дисбаланса на энергорынке Украины.

UDC 342.1:338.45.003.5

**Alternative energy and the misuse of budgetary funds** / Svyatogor O.A., Kremenovska I.V. // *Mathematical modelling in economy*. – 2015. – №3. – P. 91 – 97.

The article is devoted to the identification of schemes for individual producers profits from the production of electricity from alternative sources. Examples of the results of calculations showing the actual theft of funds from the state budget to cover the costs of production of «green» electricity are presented and an explanation of the causes of the imbalance in the energy market of Ukraine is given.

---

## ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Ведута Олена Миколаївна** – економіст-кібернетик, доктор економічних наук, професор Московського державного університету. Один з керівників «Наукової школи стратегічного планування М. І. Ведути» (Російська Федерація, м. Москва).

**Вохозка Марек** – доктор філософії, доктор інженерії, ректор Технічно-економічного інституту (Чеська Республіка, м. Чеські Будейовиці).

**Гуляєв Роман Андрійович** – спеціаліст відділу Корпоративного аудиту Групи енергетики і природних ресурсів АТ «КПМГ» (Російська Федерація, м. Москва).

**Дворакова Ленка** – докторант Жилінського університету (Словацька Республіка, м. Жилін).

**Єфімов Володимир Максович** – доктор економічних наук, незалежний дослідник, викладач і консультант (Франція). Викладав у вищих навчальних закладах Франції і Швейцарії.

**Кременовська Ірина Володимирівна** – кандидат юридичних наук, старший науковий співробітник, вчений секретар Інституту економіко-правових досліджень НАН України (Україна, м. Київ).

**Миرونцов Микита Леонідович** – доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України (Україна, м. Київ).

**Роуланд Зюзана** – докторант Інституту Технології і Бізнесу (Чеська Республіка, м. Чеські Будейовиці).

**Рогожин Олексій Григорович** – доктор економічних наук, провідний науковий співробітник Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України (Україна, м. Київ).

**Святогор Олексій Анатолійович** – адвокат, журналіст, аспірант Інституту економіко-правових досліджень НАН України (Україна, м. Київ).

**Стефанишин Дмитро Володимирович** – доктор технічних наук, провідний науковий співробітник, професор кафедри гідротехнічних споруд Національного університету водного господарства та природокористування (НУВГП) (Україна, м. Рівне).

**Стефанишина-Гаврилюк Юлія Дмитрівна** – аспірант, сфера наукових інтересів: моделювання і прогнозування поведінки складних систем за даними спостережень, дослідження ризику в природокористуванні, управління складними системами в умовах ризику та невизначеності (Україна, м. Рівне).

**Хлобистов Євген Володимирович** – доктор економічних наук, професор, завідувач відділу ДУ «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку НАН України» (Україна, м. Київ).

**Яковлев Євген Олександрович** – доктор технічних наук, головний науковий співробітник Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України (Україна, м. Київ).



© Авторські і суміжні права належать авторам окремих публікацій, Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Інституту економіки і прогнозування НАН України.

© Авторские и смежные права принадлежат авторам отдельных публикаций, Институту телекоммуникаций и глобального информационного пространства НАН Украины, Институту кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины, Институту экономики и прогнозирования НАН Украины.

Copying © authors of publications, Institute of Telecommunications and Global Information Space of NAS of Ukraine, Glushkov Institute of Cybernetics of NAS of Ukraine, Institute for Economics and Forecasting of NAS of Ukraine. All rights reserved.

## ДО УВАГИ АВТОРІВ ЖУРНАЛУ

Зміст матеріалів, що направляються до редакції, повинен відповідати профілю та науково-технічному рівню журналу. Тематика журналу стосується математичного моделювання у всіх сферах господарської діяльності, тобто, економіки в її широкому розумінні.

Кожна наукова стаття повинна мати вступ, розділи основної частини та висновки, а також анотацію і ключові слова трьома мовами (українською, російською та англійською). Також трьома мовами подаються реферати до статті, які будуть розміщені в електронному варіанті журналу «Математичне моделювання в економіці» на сайті журналу.

Усі представлені в редакцію рукописи проходять ретельне багатоланкове рецензування відповідними фахівцями за профілем статті. Якщо сумарна оцінка рецензентів менша за встановлений поріг, рукописи відхиляються. Автору надсилається відповідне повідомлення. Матеріали, отримані від автора, редакцією не повертаються. Після доопрацювання автор може подати матеріал повторно, з виконанням усіх процедур подачі матеріалу.

Статті, що були представлені в редакцію і прийняті після рецензування, але не попали в поточний номер журналу, будуть надруковані в наступних номерах журналу.

Зміст статті та якість написання або перекладу (українською або англійською мовами) переглядаються коректорами журналу, проте відповідальність за зміст та якість статті несуть автори матеріалу. До статті можуть бути внесені зміни редакційного характеру без згоди автора.

Розділ журналу, до якого буде віднесена стаття, визначається редакцією, узгоджується – головним редактором або його заступником.

Остаточний висновок щодо публікації матеріалів схвалює редакційна колегія журналу.

Електронна версія журналу, правила оформлення та вимоги до статей, зміни і доповнення до тематичних розділів будуть оперативно подаватися в Інтернеті на сайті журналу «Математичне моделювання в економіці» [www.mmejournal.in.ua](http://www.mmejournal.in.ua)

Журнал також представлений на сайті Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України <http://itgip.org/> у розділі «Видавнича діяльність».

*Виконавчий редактор – О.О. Кряжич, канд. техн. наук.*

---

**Надруковано:**

Видавничий дім «Юстон»  
01034, м. Київ, вул. О. Гончара, 36.  
Тел.: (044) 360-22-66  
Ресстраційне свідоцтво НБ № 153324 від 05.11.2012 р.

---

Підписано і здано до друку 10.09.2015. Формат 70X108/16. Папір офсетний.  
Офсетний друк. Умовн. друк. арк. 10.15  
Обл.-вид. арк. 11.4      Тираж 300 примірників      Замовлення №

---

КИЇВ 2015