

**ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Економічна кібернетика**

міжнародний науковий журнал

№4-6(76-78) ` 2012

Свідоцтво про державну  
реєстрацію друкованого  
засобу масової інформації  
КВ №16728-5300ПР

ISSN 2077-8031

**РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ**

Головний редактор

д.е.н., проф., чл.-кор. НАН України

**Ю.Г.Лисенко**

Заступник головного редактора

д.е.н., проф. **В.М.Тимохин**

Відповідальний редактор

к.е.н., доц. **С.І.Левіцький**

**О.І.Амоша**, д.е.н., проф., академік НАН

України (Донецьк, Україна)

**І.С.Благу**, д.е.н., проф. (Івано-Франківськ,  
Україна)

**В.М.Бурков**, д.т.н., проф. (Москва, Росія)

**Е.Ванагс**, д.е.н., проф., академік Латвійської  
академії наук (Рига, Латвія)

**В.В.Вітлінський**, д.е.н., проф. (Київ, Україна)

**В.М.Геєць**, д.е.н., проф., академік НАН

України (Київ, Україна)

**П.В.Єгоров**, д.е.н., проф. (Донецьк, Україна)

**В.Я.Заруба**, д.е.н., проф. (Харків, Україна)

**Т.С.Клебанова**, д.е.н., проф. (Харків, Україна)

**Р.М.Лєпа**, д.е.н., проф. (Донецьк, Україна)

**І.М.Ляшенко**, д.ф.-м.н., проф. (Київ, Україна)

**А.О.Москардіні**, проф. (Сандерленд,

Великобританія)

**Р.А.Руденський**, д.е.н., проф. (Донецьк, Україна)

**М.В.Румянцев**, д.е.н., проф. (Донецьк, Україна)

**Р.С.Сєдєгов**, д.е.н., проф. (Мінськ, Білорусь)

**Ю.М.Черемних**, д.е.н., проф. (Москва, Росія)

**РАДА СПРИЯННЯ**

**С.Г.Дергунов**, к.е.н. (Донецька ОДА,

Донецьк, Україна)

**О.В. Філіппов**, к.е.н.

(ТОВ «ІНКОМТРЕЙДІНГ», Київ, Україна)

Видається за рішенням Вченої ради

Донецького національного університету

Затверджено як наукове спеціальне видання

додатком до постанови президії ВАК України

від 10.03.2010 р. № 1-05/2 (Бюл. ВАК, № 4,

2010 р, с.5)

**Адреса редакції:**

83015, Україна, м.Донецьк, вул.Челюскінців,

198а, к. 533

тел.: (062) 381-30-17, факс.: (062) 381-30-18

**E-mail:** [s.levytskyi@donnu.edu.ua](mailto:s.levytskyi@donnu.edu.ua)

© Донецький національний університет

**ЗМІСТ**

<b>Теоретичні та методологічні проблеми економічної кібернетики</b> .....4	
<b>Заболоцький Т.М., Боднар Т.Д., Вітлінський В.В.</b>	
Вибір оптимального портфелю за допомогою функції корисності на основі Value-at-Risk із загальними лінійними обмеженнями.....4	
<b>Моделювання в системах мікро-і макроекономіки</b> .....11	
<b>Благу І.С., Дмитришин Л.І.</b> Гравітаційна модель просторового розподілу грошових доходів населення.....11	
<b>Ляшенко І.М., Тадеєв Ю.П.</b> Динамічний міжгалузевий баланс з випереджуючим аргументом.....17	
<b>Гур'янова Л.С.</b> Моделі оцінки збалансованості показників фіскальної політики.....21	
<b>Методи прийняття рішень</b> .....29	
<b>Хохлов В.Ю.</b> Оптимізація портфелю цінних паперів за нормою Трейнора.....29	
<b>Моделі та методи економічної динаміки, стійкості й рівноваги</b> .....36	
<b>Яковенко О.Г., Шерстенников Ю.В.</b> Моделювання динаміки розвитку виробництва в умовах монополістичної конкуренції.....36	
<b>Методи дослідження операцій та теорії систем</b> .....43	
<b>Сігал А.В.</b> Застосування антагоністичних ігор для вибору структури оптимальної суміші.....43	
<b>Моделі менеджменту та маркетингу</b> .....49	
<b>Малаксіано М.О.</b> Про планування оптимальних строків ремонтів та заміни складного портового обладнання за умов частково визначеного прогнозу рівня зайнятості.....49	
<b>Кравченко В.М., Кузнецов В.С.</b> Концепція моделювання маркетингово-орієнтованого управління підприємством у сфері інформаційного бізнесу.....56	
<b>Проблеми освіти в галузі економічної кібернетики</b> .....62	
<b>Біленко Д.В.</b> Розробка підходу до формування системи вищої освіти в Україні.....62	
<b>Економетрика (методи статистичного аналізу і прогнозування)</b> .....68	
<b>Верстак А.В., Николук В.П.</b> Стрес-тестування ринкових факторів поширення фінансових інфекцій.....68	
<b>Рецензії</b> .....75	
<b>Зміст журналу за 2012 рік</b> .....78	
<b>Відомості про авторів</b> .....82	
<b>Реферати</b> .....84	
<b>До уваги авторів</b> .....88	

**ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Экономическая кибернетика**

международный научный журнал

№4-6(76-78) ` 2012

Свидетельство о государственной  
регистрации печатного  
средства массовой информации  
КВ №16728-5300ПР

ISSN 2077-8031

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

Главный редактор

д.э.н., проф., чл.-корр. НАН Украины

**Ю.Г.Лысенко**

Заместитель главного редактора

д.э.н., проф. **В.Н.Тимохин**

Ответственный редактор

к.э.н., доц. **С.И.Левицкий**

**А.И.Амоша**, д.э.н., проф., академик НАН  
Украины (Донецк, Украина)

**И.С.Благун**, д.э.н., проф. (Ивано-Франковск,  
Украина)

**В.Н.Бурков**, д.т.н., проф. (Москва, Россия)

**Э.Ванагс**, д.э.н., проф., академик Латвийской  
академии наук (Рига, Латвия)

**В.В.Витлинский**, д.э.н., проф. (Киев, Украина)

**В.М.Геец**, д.э.н., проф., академик НАН Украи-  
ны (Киев, Украина)

**П.В.Егоров**, д.э.н., проф. (Донецк, Украина)

**В.Я.Заруба**, д.э.н., проф. (Харьков, Украина)

**Т.С.Клебанова**, д.э.н., проф. (Харьков, Украина)

**Р.Н.Лепя**, д.э.н., проф. (Донецк, Украина)

**И.Н.Ляшенко**, д.ф.-м.н., проф. (Киев, Украина)

**А.О.Москардини**, проф. (Сандерленд,  
Великобритания)

**Р.А.Руденский**, д.э.н., проф. (Донецк, Украина)

**Н.В.Румянцев**, д.э.н., проф. (Донецк, Украина)

**Р.С.Седегов**, д.э.н., проф. (Минск, Беларусь)

**Ю.Н.Черемных**, д.э.н., проф. (Москва, Россия)

**СОВЕТ СОДЕЙСТВИЯ**

**С.Г. Дергунов**, к.э.н. (Донецкая ОГА,  
Донецк, Украина)

**А.В. Филиппов**, к.э.н.  
(ООО «ИНКОМТРЕЙДИНГ», Киев, Украина)

Публикуется по решению Ученого совета  
Донецкого национального университета  
Утверждено как научное специальное издание  
дополнением к постановлению президиума  
ВАК Украины от 10.03.2010 г. № 1-05/2  
(Бюл. ВАК, № 4, 2010 г, с.5)

**Адрес редакции:**

83015, Украина, г.Донецк, ул.Челюскинцев, 198а,  
к. 533

тел.: (062) 381-30-17, факс.: (062) 381-30-18

**E-mail:** s.levytskyi@donnu.edu.ua

© Донецкий национальный университет

**СОДЕРЖАНИЕ**

Теоретические и методологические проблемы экономической кибернетики .....	4
<i>Заболоцкий Т.Н., Боднар Т.Д., Витлинский В.В.</i> Выбор оптимального портфеля с помощью функции полезности на основе Value-at-Risk с общим линейным ограничением.....	4
<b>Моделирование в системах микро- и макроэкономики</b> .....	11
<i>Благун И.С., Дмитришин О.И.</i> Гравитационная модель пространственного распределения де- нежных доходов населения.....	11
<i>Ляшенко И.Н., Тадеев Ю.П.</i> Динамический межотраслевой баланс с опережающим аргу- ментом.....	17
<i>Гурьянова Л.С.</i> Модели оценки сбалансирован- ности показателей фискальной политики .....	21
<b>Методы принятия решений</b> .....	29
<i>Хохлов В.Ю.</i> Оптимизация портфеля ценных бумаг по норме Трейнора.....	29
<b>Модели и методы экономической динамики, устойчивости и равновесия</b> .....	36
<i>Яковенко А.Г., Шерстенников Ю.В.</i> Модели- рование динамики развития производства в условиях монополистической конкуренции .....	36
<b>Методы исследования операций и теории систем</b> .....	43
<i>Сигал А.В.</i> Применение антагонистических игр для выбора структуры оптимальной смеси.....	43
<b>Модели менеджмента и маркетинга</b> .....	49
<i>Малаксиано Н. А.</i> О планировании оптимальных сроков ремонтов и замен сложного портового обо- рудования при неполностью определенном про- гнозе уровня занятости.....	49
<i>Кравченко В.Н., Кузнецов В.С.</i> Концепция мо- делирования маркетингово-ориентированного управления предприятием в сфере информаци- онного бизнеса .....	56
<b>Проблемы образования в области экономиче- ской кибернетики</b> .....	62
<i>Беленко Д.В.</i> Разработка подхода к формирова- нию системы высшего образования в Украине ....	62
<b>Эконометрика (методы статистического анализа и прогнозирования)</b> .....	68
<i>Верстак А.В., Николюк В.П.</i> Стресс-тестирование рыночных факторов рас- пространения финансовых инфекций.....	68
<b>Рецензии</b> .....	75
<b>Содержание журнала за 2012 гд</b> .....	78
<b>Сведения об авторах</b> .....	82
<b>Рефераты</b> .....	84
<b>К сведению авторов</b> .....	88

**DONETSK NATIONAL UNIVERSITY**

***Economic cybernetics***

international scientific journal

№4-6(76-78) ` 2012

Licence of government registration of printed mass media  
KB №16728-5300ПП

ISSN 2077-8031

**EDITORIAL BOARD**

Chief editor  
Dr. econ.sci., prof.,  
Corr. member of NAS of Ukraine **Y.G. Lysenko**

Deputy chief editor  
Dr. econ.sci., prof. **V.N.Timokhin**

Executive editor  
Cand. econ.sci., as.prof. **S.I.Levitsky**

**A.I.Amosha**, Dr. econ.sci., prof., academician of NASU (Donetsk, Ukraine)  
**I.S.Blagon**, Dr.econ.sci., prof. (Ivano-Frankivsk, Ukraine)  
**V.N.Burkov**, Dr. tech. sci., prof. (Moscow, Russia)  
**E.Vanags**, Dr. econ.sci., prof., full member of LAS (Riga, Latvia)  
**V.V.Vitlinsky**, Dr. econ.sci., prof. (Kiev, Ukraine)  
**V.M.Heyets**, Dr. econ.sci., prof., academician of NAS of Ukraine (Kiev, Ukraine)  
**P.V.Egorov**, Dr. econ.sci., prof. (Donetsk, Ukraine)  
**V.Y. Zaruba**, Dr. econ.sci., prof. (Kharkov, Ukraine)  
**T.S.Klebanova**, Dr. econ.sci., prof. (Kharkov, Ukraine)  
**R.N.Lepa**, Dr. econ.sci., prof. (Donetsk, Ukraine)  
**I.N.Lyashenko**, Dr.ph.math.sci., prof.(Kiev, Ukraine)  
**A.O.Moscardini**, prof. (Sunderland, United Kingdom)  
**R.A.Rudenskiy**, Dr. econ.sci., prof. (Donetsk, Ukraine)  
**N.V.Rumyantsev**, Dr. econ.sci., prof. (Donetsk, Ukraine)  
**R.S.Sedegov**, Dr. econ.sci., prof. (Minsk, Belarus)  
**Y.N.Cheremnyh**, Dr.econ.sci., prof.(Moscow, Russia)

**ASSISTANCE BOARD**

**S.G.Dergunov**, Cand. econ. sci. (Donetsk State Administration, Donetsk, Ukraine)  
**A.V. Filippov**, cand.econ.sci. («INCOMTRADING, Ltd.», Kyiv, Ukraine)  
Publishing under resolution of Scientific board of Donetsk National University  
Approved as a scientific special issue by the addendum to the decree of SAC's of Ukraine presidium from 10.03.2010 № 1-05/2 (Bulletin of SAC, Num. 4, 2010, p.5)  
**Editorial address:**  
Tcheluskintsev str., 198a, app. 533, Donetsk, 83015, Ukraine  
tel.: (062) 381-30-17; fax.: (062) 381-30-18  
**E-mail:** [s.levytskyi@donnu.edu.ua](mailto:s.levytskyi@donnu.edu.ua)  
© Donetsk National University

**CONTENTS**

<b>Theoretical and methodological problems of economic cybernetics</b> .....	4
<b>Zabolotsky T.N., Bodnar T.D., Vitlinsky V.V.</b> Portfolio choice problem with the Value-at-Risk utility function under general linear constraints .....	4
<b>Modeling in micro- and macroeconomic systems</b> .....	11
<b>Blagon I.S., Dmitrishin O.I.</b> Gravity model the spatial distribution of money incomes .....	11
<b>Lyashenko I.N., Tadeev Yu. P.</b> Dynamic input-output balance with leading argument .....	17
<b>Guryanova L.S.</b> Estimation models of fiscal policy indices balance .....	21
<b>Decision-making</b> .....	29
<b>Hohlov V.Yu.</b> Portfolio optimization based on the Treynor ratio.....	29
<b>Models and methods of economic dynamics, stability and equilibrium</b> .....	36
<b>Yakovenko A.G., Sherstennikov Yu.V.</b> Modelling of dynamics of enterprise development in conditions of the monopolistically competition.....	36
<b>Methods of the Operation Research and the System Theory</b> .....	43
<b>Sigal A.V.</b> Application of Antagonistic Games to Select the Structure of Optimal Mixture .....	43
<b>Models of Management and Marketing</b> .....	49
<b>Malaksiano M. O.</b> On the optimal repairs and retirement terms planning for complex port equipment when forecast level of employment is uncertain.....	49
<b>Kravchenko V.N., Kuznecov V.S.</b> The concept of marketing-oriented modeling of business management in the information business .....	56
<b>Educational problems in the field of Economic Cybernetics</b> .....	62
<b>Belenko D.V.</b> Develop an approach to the formation of the higher education system in Ukraine.....	62
<b>Econometrics (methods of statistical analysis and forecasting)</b> .....	68
<b>Verstyak A.V., Nikoluk V.P.</b> Stress testing market factors of the spread of financial contagion .....	68
<b>Reviews</b> .....	75
<b>Contents of 2012 year</b> .....	78
<b>Information about the authors</b> .....	82
<b>Abstracts</b> .....	84
<b>Instructions for authors</b> .....	88

---

## ТЕОРЕТИЧНІ ТА МЕТОДОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОНОМІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ

Теоретические и методологические проблемы экономической кибернетики  
Theoretical and methodological problems of economic cybernetics

---

UDC 336.761

*T.M. Zabolotskyy*  
*Candidate of Economic Sciences*

*Lviv Institute of Banking*

*T.D. Bodnar*

*Candidate of Physico-mathematical Sciences*

*Humboldt University of Berlin*

*V.V. Vitlinskyy*

*Doctor of Economic Sciences*

*Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman*

### PORTFOLIO CHOICE PROBLEM WITH THE VALUE-AT-RISK UTILITY FUNCTION UNDER GENERAL LINEAR CONSTRAINTS

#### 1. Introduction.

The method of optimal portfolio construction was developed by Markowitz in 1952 [1]. This method is a standard basis for optimal risk assets portfolio weights (structure) calculation till now. Portfolio constructed by this method has the smallest risk for selected level of expected return. Changing the level of portfolio expected return we can construct the set of optimal portfolios which is known as an efficient frontier. It can be easily shown that using the portfolio variance as a risk measure this set is a parabola and in the case of portfolio standard deviation as a risk measure – a hyperbola [2]. The main property of an efficient frontier is impossibility of portfolio expected return increasing without increasing portfolio risk (variance) or equivalent impossibility of portfolio risk (variance) decreasing without decreasing portfolio expected return.

In financial literature there are some other methods of optimal portfolio construction. The special case is maximization of portfolio utility [3]. Maximizing the investor's utility we get the optimal portfolio which also lies on efficient frontier. It should be noted that this portfolio depends on investors risk aversion. In the case when investor is fully risk averse the maximum expected quadratic utility portfolio coincide with minimum variance portfolio. Changing the coefficient of investor's risk aversion from 0 to we get the efficient frontier. That is maximum expected quadratic utility portfolio is generalization of portfolio theory.

In known methods of portfolio construction the portfolio variance is taken as a risk measure. Such an approach is heavily criticized during last decades. First of all it is caused by the fact that variance gives information only about dispersion of possible values of portfolio return around portfolio expected return but not about the portfolio risk. Moreover, portfolio variance takes into account two-sided risk. It means that high portfolio returns probability increasing leads to portfolio variance increasing which signals investor about portfolio risk increasing. But in fact portfolio risk should not increase in this situation. Better instruments for portfolio risk describing obviously are functions which takes into account only positive values

of portfolio loss function (or equivalent only negative values of portfolio return) and are more informative than portfolio variance.

In the last years of previous century the investigations provided in risk theory showed that the quantile based risk measures can be useful for practice. The simplest and the most known such a measure is Value-at-Risk (henceforth VaR). This measure is recommended by Basle Committee [4]. The conception of the VaR was first proposed in [5]. Thanks to results which can be easily interpreted this instrument for risk calculation is nowadays the most popular in finance and econometrics. Taking this into account it is proposed in [6] to use the VaR as a main risk measure in Markowitz's analysis. Assuming that asset returns are normally distributed in [6] the analytical solution of the portfolio VaR minimization problem is found and it is shown that minimum VaR portfolio lies on efficient frontier but has higher expected return and consequently higher variance, than the minimum variance portfolio.

The natural question is: is it possible to use the conception of portfolio utility maximization for its construction with the VaR as a risk measure?

In the paper it is proposed to construct the portfolio on the basis of utility maximization with the VaR as a tool for risk calculation. This portfolio better fits the recommendations of Basle Committee than the portfolio with maximum utility with portfolio variance as a risk measure. It allows the banks to provide the operations on fund market more intensively in the Basle Committee and law bounds. Moreover, as it was pointed out, the VaR approach to risk calculation is more correct than the variance which allows more precise consideration of financial risk in process of portfolio construction.

## **2. Markowitz's optimization problem with general linear restrictions.**

Denote by  $P_t$  – the price of asset at time point  $t$ , and define an asset return at this time point as:

$$X_t = 100 \ln \frac{P_t}{P_{t-1}}.$$

Note that in financial mathematics literature asset returns are mostly used for calculation because their properties are more statistically attractive than properties of asset's price. The asset returns are unbounded which is one of its main advantages. Moreover, asset returns have no time trend and their values are dissipated around zero.

Behavior of asset returns has random nature. That's why it is often assumed that asset returns are random variables. Let we construct a portfolio with  $k$  assets. Denote  $X_t = (X_{1t}, X_{2t}, \dots, X_{kt})$  the  $k$ -dimensional vector of asset returns. The vector  $w = (w_1, w_2, \dots, w_k)$  stands for portfolio where  $w_i$  – the fraction of investor's wealth invested into  $i$ -th asset. We assume that  $X_t$  is  $k$ -dimensional normally distributed random variable with parameters  $\mu$  and  $\Sigma$ . Such assumption is criticized in the last decades because distributions of asset returns are heavy tailed. In [7] it is shown that under good diversification the impact of heavy tails on portfolio characteristics is not essential. The portfolio expected return can be calculated as  $R_w = E(X_{wt}) = \mu'w$ , portfolio variance  $V_w = D(X_{wt}) = \mu' \sum w$ , where  $X_{wt}$  – portfolio return at time point  $t$ .

In the classical portfolio theory expected quadratic utility has the form:

$$U(\mathbf{w}) = R_w - \frac{\beta}{2} V_w,$$

where  $\beta$  denotes the coefficient which describes investor's attitude towards risk or in other words investor's risk aversion. It is assumed that this coefficient is known. If investor

constructs his portfolio only with risky assets then the problem of rational portfolio construction has the following form

$$U(w) \rightarrow \max \text{ with respect to } \sum_{i=1}^k w_i = 1. \quad (1)$$

The solution of problem (1) is the maximum utility portfolio with the following weights:

$$w_{EU} = w_{GMV} + \beta^{-1} R \mu, \quad (2)$$

where  $w_{GMV} = \frac{\Sigma^{-1} \mathbf{1}}{\mathbf{1}' \Sigma^{-1} \mathbf{1}}$  – the weights of minimum variance portfolio,  $i-k$  dimensional vector of ones  $R = \Sigma^{-1} - \frac{\Sigma^{-1} \mathbf{1} \mathbf{1}' \Sigma^{-1}}{\mathbf{1}' \Sigma^{-1} \mathbf{1}}$ .

The optimization problem (1) can be generalized to the form:

$$U(w) \rightarrow \max \text{ with respect to } A'w = b, \quad (3)$$

where  $A-k*q$  matrix ( $q \leq k$ ) with rank  $q$ ,  $b-q*1$  vector. The solution of (3) is given in [8]:

$$\mathbf{w}_{EU,A} = \mathbf{w}_{GMV,A} + \beta^{-1} \mathbf{R}_A \mu, \quad (4)$$

where

$$\mathbf{R}_A = \Sigma^{-1} - \Sigma^{-1} \mathbf{A} (\mathbf{A}' \Sigma^{-1} \mathbf{A})^{-1} \mathbf{A}' \Sigma^{-1} \text{ and } \mathbf{w}_{GMV,A} = \Sigma^{-1} \mathbf{A} (\mathbf{A}' \Sigma^{-1} \mathbf{A})^{-1} \mathbf{b}.$$

The statistical and probability properties of portfolio weights (2) and (4) are considered in [3], [8]-[11].

Note that portfolio with the weights  $\mathbf{w}_{GMV,A}$  is the solution of Markowitz's classical risk minimization problem with no conditions on portfolio expected return:

$$V_w \rightarrow \min \text{ with respect to } \mathbf{A}'\mathbf{w} = \mathbf{b}. \quad (5)$$

The expected return and variance of portfolio  $\mathbf{w}_{GMV,A}$  have the form:

$$R_{GMV,A} = \mu' \mathbf{w}_{GMV,A} = \mu' \Sigma^{-1} \mathbf{A} (\mathbf{A}' \Sigma^{-1} \mathbf{A})^{-1} \mathbf{b} \text{ and } V_{GMV,A} = \mathbf{w}_{GMV,A}' \Sigma \mathbf{w}_{GMV,A} = \mathbf{b}' (\mathbf{A}' \Sigma^{-1} \mathbf{A})^{-1} \mathbf{b}. \quad (6)$$

Consider the classical Markowitz's problem:

$$V_w \rightarrow \min \text{ with respect to } \mathbf{A}'\mathbf{w} = \mathbf{b} \text{ and } \mathbf{w}'\mu = R \quad (7)$$

and define the notion of efficient frontier for this problem. Obviously that the necessary condition for (7) to be correct is  $R \geq R_{GMV,A}$ . Denote by  $W$  the set of all portfolios which consist of  $k$  assets which fulfill the condition  $\mathbf{A}'\mathbf{w} = \mathbf{b}$ .

Definition 1. The subset  $E$  of the set  $W$  is an efficient frontier for problem (7) if for portfolios which belong to  $E$  it is impossible to increase their expected return without increasing their risk (variance) and it is impossible to decrease their risk without decreasing their expected return in the bounds of  $W$ .

Lemma 1. For arbitrary real number  $R \geq R_{GMV,A}$  exists single portfolio  $w_R$  with expected return  $R$  which belongs to an efficient frontier  $E$  with the weights:

$$\mathbf{w}_R = \Sigma^{-1} (\mu \quad \mathbf{A}) \begin{pmatrix} \mu' \Sigma^{-1} \mu & \mu' \Sigma^{-1} \mathbf{A} \\ \mathbf{A}' \Sigma^{-1} \mu & \mathbf{A}' \Sigma^{-1} \mathbf{A} \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} R \\ \mathbf{b} \end{pmatrix}.$$

Proof. We solve problem (7) using the method of Lagrange multipliers. Let  $\lambda_1$  be real number and  $\lambda_2 - q$ -dimensional vector. Denote  $\lambda = (\lambda_1 \quad \lambda_2)'$ . Then the Lagrange function can be written:

$$L(\mathbf{w}, \lambda) = \mathbf{w}'\Sigma\mathbf{w} - \lambda' \left( \begin{pmatrix} \boldsymbol{\mu}' \\ \mathbf{A}' \end{pmatrix} \mathbf{w} - \begin{pmatrix} R \\ \mathbf{b} \end{pmatrix} \right) = \mathbf{w}'\Sigma\mathbf{w} - \lambda_1(\boldsymbol{\mu}'\mathbf{w} - R) - \lambda_2(\mathbf{A}'\mathbf{w} - \mathbf{b}).$$

We put the partial derivatives of  $L(\mathbf{w}, \lambda)$  equal to zero:

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial \mathbf{w}} = 2\Sigma\mathbf{w} - (\boldsymbol{\mu}' \ \mathbf{A}')\lambda = \mathbf{O}_k \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda} = \begin{pmatrix} \boldsymbol{\mu}' \\ \mathbf{A}' \end{pmatrix} \mathbf{w} - \begin{pmatrix} R \\ \mathbf{b} \end{pmatrix} = \mathbf{O}_{q+1} \end{cases}, \quad (8)$$

where  $\mathbf{O}_k$  and  $\mathbf{O}_{q+1}$   $k$  and  $q+1$ -dimensional zero vectors.

From the first equation of (8) we get

$$\mathbf{w} = \frac{1}{2}\Sigma^{-1}(\boldsymbol{\mu}' \ \mathbf{A}')\lambda.$$

Substitute previous result in the second equation of (8) and solve it with respect to  $\lambda$  we observe:

$$\lambda = 2 \left( \begin{pmatrix} \boldsymbol{\mu}'\Sigma^{-1}\boldsymbol{\mu} & \boldsymbol{\mu}'\Sigma^{-1}\mathbf{A}' \\ \mathbf{A}'\Sigma^{-1}\boldsymbol{\mu} & \mathbf{A}'\Sigma^{-1}\mathbf{A}' \end{pmatrix} \right)^{-1} \begin{pmatrix} R \\ \mathbf{b} \end{pmatrix}.$$

Hence we get:

$$\begin{cases} \lambda = 2 \left( \begin{pmatrix} \boldsymbol{\mu}'\Sigma^{-1}\boldsymbol{\mu} & \boldsymbol{\mu}'\Sigma^{-1}\mathbf{A}' \\ \mathbf{A}'\Sigma^{-1}\boldsymbol{\mu} & \mathbf{A}'\Sigma^{-1}\mathbf{A}' \end{pmatrix} \right)^{-1} \begin{pmatrix} R \\ \mathbf{b} \end{pmatrix} \\ \mathbf{w}_R = \Sigma^{-1}(\boldsymbol{\mu}' \ \mathbf{A}') \left( \begin{pmatrix} \boldsymbol{\mu}'\Sigma^{-1}\boldsymbol{\mu} & \boldsymbol{\mu}'\Sigma^{-1}\mathbf{A}' \\ \mathbf{A}'\Sigma^{-1}\boldsymbol{\mu} & \mathbf{A}'\Sigma^{-1}\mathbf{A}' \end{pmatrix} \right)^{-1} \begin{pmatrix} R \\ \mathbf{b} \end{pmatrix} \end{cases},$$

which proves lemma 1.

Lemma 2. Let portfolio  $w_R$  with expected return  $R_w$  and variance  $V_w$  belongs to efficient frontier  $E$ , then:

$$(R_w - R_{GMV,A})^2 = s_A (V_w - V_{GMV,A}), \quad (9)$$

where  $s_A = \boldsymbol{\mu}'\mathbf{R}_A\boldsymbol{\mu}$ .

Proof. Consider the following block matrix

$$\begin{pmatrix} \boldsymbol{\mu}'\Sigma^{-1}\boldsymbol{\mu} & \boldsymbol{\mu}'\Sigma^{-1}\mathbf{A}' \\ \mathbf{A}'\Sigma^{-1}\boldsymbol{\mu} & \mathbf{A}'\Sigma^{-1}\mathbf{A}' \end{pmatrix}^{-1} = \begin{pmatrix} b_{11} & \mathbf{B}_{12} \\ \mathbf{B}_{21} & \mathbf{B}_{22} \end{pmatrix}.$$

Using the rules of constructing inverse block matrices we get:

$$b_{11} = (\boldsymbol{\mu}'\Sigma^{-1}\boldsymbol{\mu} - \boldsymbol{\mu}'\Sigma^{-1}\mathbf{A}'(\mathbf{A}'\Sigma^{-1}\mathbf{A}')^{-1}\mathbf{A}'\Sigma^{-1}\boldsymbol{\mu}')^{-1} = (\boldsymbol{\mu}'\mathbf{R}_A\boldsymbol{\mu})^{-1} = s_A^{-1},$$

$$\mathbf{B}_{21} = -b_{11}(\mathbf{A}'\Sigma^{-1}\mathbf{A}')^{-1}\mathbf{A}'\Sigma^{-1}\boldsymbol{\mu}', \quad \mathbf{B}_{12} = \mathbf{B}_{21}', \quad \mathbf{B}_{22} = \frac{\mathbf{B}_{21}\mathbf{B}_{12}}{b_{11}} + (\mathbf{A}'\Sigma^{-1}\mathbf{A}')^{-1}.$$

We can write:

$$\begin{aligned} V_w = \mathbf{w}'_R \Sigma \mathbf{w}_R &= (R_w \ \mathbf{b}') \begin{pmatrix} \boldsymbol{\mu}'\Sigma^{-1}\boldsymbol{\mu} & \boldsymbol{\mu}'\Sigma^{-1}\mathbf{A}' \\ \mathbf{A}'\Sigma^{-1}\boldsymbol{\mu} & \mathbf{A}'\Sigma^{-1}\mathbf{A}' \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} \boldsymbol{\mu}' \\ \mathbf{A}' \end{pmatrix} \Sigma^{-1} \Sigma \Sigma^{-1} (\boldsymbol{\mu}' \ \mathbf{A}') \begin{pmatrix} \boldsymbol{\mu}'\Sigma^{-1}\boldsymbol{\mu} & \boldsymbol{\mu}'\Sigma^{-1}\mathbf{A}' \\ \mathbf{A}'\Sigma^{-1}\boldsymbol{\mu} & \mathbf{A}'\Sigma^{-1}\mathbf{A}' \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} R_w \\ \mathbf{b} \end{pmatrix} = \\ &= (R_w \ \mathbf{b}') \begin{pmatrix} \boldsymbol{\mu}'\Sigma^{-1}\boldsymbol{\mu} & \boldsymbol{\mu}'\Sigma^{-1}\mathbf{A}' \\ \mathbf{A}'\Sigma^{-1}\boldsymbol{\mu} & \mathbf{A}'\Sigma^{-1}\mathbf{A}' \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} R_w \\ \mathbf{b} \end{pmatrix} = b_{11}R_w^2 + 2R_w\mathbf{b}'\mathbf{B}_{21} + \mathbf{b}'\mathbf{B}_{22}\mathbf{b} = \\ &= b_{11} \left( R_w + \frac{\mathbf{b}'\mathbf{B}_{21}}{b_{11}} \right)^2 + \mathbf{b}' \left( \mathbf{B}_{22} - \frac{\mathbf{B}_{21}\mathbf{B}_{12}}{b_{11}} \right) \mathbf{b}. \end{aligned}$$

Hence:

$$(R_w - R_{GMV,A})^2 = s_A (V_w - V_{GMV,A}).$$

It should be noted that in mean-variance space equation (9) describes the efficient frontier E.

### 3. Maximization of utility based on Value-at-Risk.

As it is pointed out previously portfolio variance gives only few information about portfolio risk even in the case of normally distributed asset returns. The variance reflects the dispersion of the possible values of portfolio returns around its expected return. That's why the problem of using utility based on better instruments for risk calculation for portfolio construction arises.

Since the VaR is the most widen risk measure nowadays the utility based on the VaR utilization for portfolio construction should be considered. We examine the following function of expected utility of investor:

$$U_{VaR}(\mathbf{w}) = R_w - \frac{\beta}{2} M_w,$$

where  $M_w$  – VaR of portfolio  $w$ . Note that under assumption of asset returns normality the portfolio VaR can be expressed as  $M_w = z_\alpha \sqrt{V_w} - R_w$ , where  $\alpha$  – confidence level for VaR and  $z_\alpha = -\Phi^{-1}(1-\alpha)$  is  $\alpha$ -quantile of standard normal distribution. We consider the expected utility maximization problem which is analogical to (3):

$$U_{VaR}(w) \rightarrow \max \text{ with respect to } A'w = b. \quad (10)$$

The solution to the problem (10) is given in the next theorem.

Theorem 1. Let we construct a portfolio with  $k$  risky assets. Denote  $X_t$  –  $k$ -dimensional vector of asset returns at time point  $t$ . Assume that  $X_t \square N(\mu, \Sigma)$ . Then the solution to the maximization problem (10) has the form:

$$\mathbf{w}_{VaR,A} = \mathbf{w}_{GMV,A} + \frac{\sqrt{V_{GMV,A}}}{\sqrt{\tilde{z}_\alpha^2 - s_A}} \mathbf{R}_A \boldsymbol{\mu},$$

where  $\tilde{z}_\alpha = \frac{\beta}{\beta+2} z_\alpha$ . Moreover the necessary and sufficient condition of solution existence is  $\tilde{z}_\alpha^2 > s_A$ .

Proof. First we show that if the solution of (10) exists then it belongs to an efficient frontier E. We prove this by contradiction. We assume that there exists a portfolio  $w$  which solves (10) (and belongs to  $W$ ) but does not belong to  $E$ . From the definition of efficient frontier there exists a portfolio  $w_0$  such that  $R_{w_0} \geq R_w$ ,  $V_{w_0} \leq V_w$  and one of the previous inequalities is strict. Then

$$U_{VaR}(w_0) = R_{w_0} - \frac{\beta}{2} (z_\alpha \sqrt{V_{w_0}} - R_{w_0}) = \left(1 + \frac{\beta}{2}\right) R_{w_0} - \frac{\beta}{2} z_\alpha \sqrt{V_{w_0}} > \left(1 + \frac{\beta}{2}\right) R_w - \frac{\beta}{2} z_\alpha \sqrt{V_w} = U_{VaR}(w)$$

Which is a contradiction to our assumption that portfolio  $w$  is a solution of problem (10).

Note that (10) is equivalent to the problem

$$R_w - \tilde{z}_\alpha \sqrt{V_w} \rightarrow \max, \text{ if } A'w = b, \quad (11)$$

since

$$U_{VaR}(\mathbf{w}) = R_w - \frac{\beta}{2} (z_\alpha \sqrt{V_w} - R_w) = \left(1 + \frac{\beta}{2}\right) R_w - \frac{\beta}{2} z_\alpha \sqrt{V_w} = \left(1 + \frac{\beta}{2}\right) (R_w - \tilde{z}_\alpha \sqrt{V_w}).$$



Because the solution of problem (11) belongs to efficient frontier  $E$  then the result of lemma 2 holds, namely the relation between expected return and variance (9). We solve (9) with respect to  $R_w$  :

$$R_w = R_{GMV,A} + \sqrt{s_A (V_w - V_{GMV,A})}$$

and consider the optimization problem

$$R_w - \tilde{z}_\alpha \sqrt{V_w} \rightarrow \max \text{ with respect to } R_w = R_{GMV,A} + \sqrt{s_A (V_w - V_{GMV,A})}, \quad (12)$$

which is equivalent to the problem (11) and also it is equivalent to the unconditional maximization of a function  $R_{GMV,A} + \sqrt{s_A (V_w - V_{GMV,A})} - \tilde{z}_\alpha \sqrt{V_w}$ . It can be easily shown that this function reaches its maximum at the point:

$$V_w = \frac{\tilde{z}_\alpha^2}{\tilde{z}_\alpha^2 - s_A} V_{GMV,A}.$$

Hence the portfolio constructed from the optimization problem (10) has the variance  $V_w = \frac{\tilde{z}_\alpha^2}{\tilde{z}_\alpha^2 - s_A} V_{GMV,A}$ . Using the results of lemmas 1 and 2 we get the statement of the theorem.

The necessity and sufficiency of condition  $\tilde{z}_\alpha^2 > s_A$  can be proved analogically to proposition 1 in [6].

Consider the classical problem of investor's expected utility maximization for portfolio construction

$$U_{Var}(w) \rightarrow \max \text{ with respect to } \sum_{i=1}^k w_i = 1. \quad (13)$$

Using the results of theorem 1 the solution of problem (13) can be easily found.

Corollary 1. Let we construct a portfolio with  $k$  risky assets. Denote  $X_t$  –  $k$ -dimensional vector of asset returns at time point  $t$ . Assume that  $X_t \square N(\mu, \Sigma)$ . Then the solution to the maximization problem (13) has the form

$$\mathbf{w}_{Var} = \mathbf{w}_{GMV} + \frac{\sqrt{V_{GMV}}}{\sqrt{\tilde{z}_\alpha^2 - s}} \mathbf{R}\boldsymbol{\mu},$$

where  $s = \boldsymbol{\mu}' \mathbf{R}\boldsymbol{\mu}$ . Moreover the necessary and sufficient condition of solution existence is  $s < \tilde{z}_\alpha^2$ .

Proof. Replacing in the expression for weights  $w_{Var}$ ,  $A=i$  and  $b=1$ , we get the necessary statement.

Remark 1. The assumption of asset returns normality can be essentially weakened. So the results of the paper leave true if we assume that vector  $X_t$  has  $k$ -dimensional conditional normal distribution with parameters  $\boldsymbol{\mu}_t$  and  $\Sigma_t$ . As a special case we can consider for example the assumption that asset returns follow  $k$ -dimensional VARMA-GARCH with normally distributed residuals. Also the assumption of elliptically distributed residuals does not influence the results of the paper but in this case the quantile  $z_\alpha$  should be changed by appropriate  $a$ -quantile of respective elliptical distribution.

Remark 2. The portfolios with weights  $\mathbf{w}_{EU,A}$  and  $\mathbf{w}_{Var,A}$  both belong to the efficient frontier  $E$  and maximize respective functions of investor's expected utility. In general case we are not able to put the equality sign between these weights, that is  $\mathbf{w}_{EU,A} \neq \mathbf{w}_{Var,A}$ . But it always exist  $\beta_{EU}$   $\beta_{Var}$  such that the solution of problem (3) with coefficient  $\beta_{EU}$  coincides with the solution of problem (10) with coefficient  $\beta_{Var}$ .

Remark 3. We can consider the problem (10) with the conditional Value-at-Risk as a proxy for risk calculation. In this case the results of the theorem 1 still true if in formula for

$$w_{VaR,\alpha} \text{ we replace } z_\alpha \text{ by } k_\alpha = \frac{-\int_{-\infty}^{-z_\alpha} x\phi(x)dx}{1-\alpha} = \frac{\exp(-\frac{z_\alpha^2}{2})}{\sqrt{2\pi}(1-\alpha)}.$$

#### 4. Conclusion.

The paper examines the problem of portfolio of risky assets construction with the maximum expected utility which is based on the Value-at-Risk as a proxy for risk calculation. Contrary to the classical method of expected quadratic utility maximization for portfolio construction considered approach is not examined in scientific works because the concept of VaR for portfolio construction is relatively new.

In the paper we consider the generalized problem of portfolio construction where the classical condition (the sum of portfolio weights is equal to one) is replaced by q linear restrictions on portfolio weights. We construct the efficient frontier for this problem and formulate the necessary condition for portfolio characteristics which should be satisfied by portfolios which belong to efficient frontier. As a corollary from theorem 1 we get the solution to the portfolio optimization problem with the classical restrictions.

The utilization of the described method of portfolio construction especially in banking is fully agreed with the recommendations of Basle Committee. As a consequence this method gives the banks possibility to provide the operations on the fund market in the bounds of Basle agreement. Moreover the competent establishment of conditions gives the possibility to take into account all standards and restrictions provided by existing law.

#### Literature

1. Markowitz H. Portfolio selection / H. Markowitz // Journal of finance. – 1952. – №7. – P. 77 – 91.
2. Merton R. C. An analytical derivation of the efficient frontier / R. C. Merton // Journal of financial and quantitative analysis – 1972. – №7. – P. 1851 – 1872.
3. Okhrin Y. Distributional properties of optimal portfolio weights / Y. Okhrin, W. Schmid // Journal of econometrics. – 2006. – №134. – P. 235-256.
4. Basel committee on banking supervision // Operational risk consultative document, supporting document to the New Basel Capital Accord. – January 2001. – 30 p.
5. Baumol W. J. An expected gain-con\_fidence limit criterion for portfolio selection / W. J. Baumol // Management Science. – 1963. – №10. – P. 174-182.
6. Alexander G. J. Economic implication of using a mean-VaR model for portfolio selection: a comparison with mean-variance analysis / G. J. Alexander, M. A. Baptista // Journal of economic dynamics & control. – 2002. – №26. – P. 1159 – 1193.
7. Duffie D. An overview of Value-at-Risk / D. Duffie, J. Pan // Journal of derivatives. – 1997. – Vol. 4, № 3 – P. 7-49.
8. Mori H. Finite sample properties of estimators for the optimal portfolio weights / H. Mori // Journal of the Japan statistical society. – 2004. – 35. – P. 27-46.
9. Bodnar T. Econometrical analysis of the sample efficient frontier / T. Bodnar, W. Schmid // The European journal of finance. – 2009. – №15. – P. 317-335.
10. Bodnar T. Statistical inference of the efficient frontier for dependent asset returns / T. Bodnar, W. Schmid, T. Zabolotsky // Statistical papers. – 2009. – №50. – P. 593-604.
11. Bodnar T. Sample efficient frontier in multivariate conditionally heteroscedastic elliptical models / T. Bodnar, T. Zabolotsky // Statistics. – 2010. – V. http://www.informaworld.com/smpp/title~db=all~content=t713682269~tab=issueslist~branches=44 - v4444, Issue 1. – P. 1-15.

---

**МОДЕЛЮВАННЯ В СИСТЕМАХ МІКРО- І МАКРОЕКОНОМІКИ**  
Моделирование в системах микро- и макроэкономики  
Modeling in micro- and macroeconomic systems

---

УДК 519.86+330.565.012.23

*І.С. Благун*  
*д-р екон. наук, професор*

*Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника*

*Л. І. Дмитришин*  
*канд. екон. наук, доцент*

*Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника*

## **ГРАВІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ПРОСТОРОВОГО РОЗПОДІЛУ ГРОШОВИХ ДОХОДІВ**

**Вступ.** Актуальними проблемами сучасної економічної науки і практики управління є дослідження, оцінювання і зменшення нерівності соціально-економічного розвитку регіонів України. Міжрегіональні відмінності сформувались в результаті історичного освоєння території країни, стратегії і тактики розміщення чинників виробництва. Вони проявилися вже на початку незалежності української держави. Активна приватизація сировинних ресурсів і створених основних фондів, відсутність чітких правил і механізмів функціонування ринкової економіки, послаблення державного контролю поглиблювали нерівномірність соціально-економічного розвитку регіонів та їх населення.

Відтак міжрегіональна нерівномірність розвитку, диференціація грошових доходів населення, процеси їх внутрі- і міжрегіонального розподілу ускладнюють вивчення економічних явищ та процесів. Існує ціла низка математичних методів та моделей для системної інтерпретації такого роду досліджуваних проблем в економіці, серед яких варто виділити гравітаційні моделі.

**Аналіз останніх досліджень.** Серед науковців, що займалися розробками гравітаційних моделей при аналізі структурних перетворень економічних систем, можна виділити наступних: У. Айзард [1], Д. Андерсон [2], Д. Бергstrand [3], В. Московкін [4], Д. Стюарт [6] та ін.

Багато уваги розробкам у цій сфері приділено Д. Стюартом, який відзначав, що економічні відносини між людьми підпадають під дію закону всесвітнього тяжіння (гравітації). Крім поняття демографічної сили, він вводить категорію демографічний потенціал [6]. Стюартом було складено карти демографічного потенціалу для території США, аналогічні до яких сьогодні використовуються для аналізу освоєння території. Ним показано істотну залежність між демографічним потенціалом та розміщенням роздрібною торгівлі, розвитком автомобільних доріг, зайнятістю сільського населення в несільськогосподарській сфері.

У наукових роботах зарубіжних вчених, таких як Андерсон, Ван Вінкуп, Тінберген, Хелпман, Кругман було здійснено окремі спроби створити теоретичну гравітаційну модель [2]. Проте, вони мали необ'єктивний характер, не враховували низки чинників і мали лише часткове пояснення гравітаційної моделі, використовуючи виробничу функцію Кобба-Дугласа з одиничною еластичністю.

У. Айзард пропонує нові підходи до систематизації методології регіоналістики, проводячи аналогії між фізикою та регіональними соціально-економічними явищами та

процесами. У своїх дослідженнях він зазначає, що «сьогодні гравітаційна модель і модель гравітаційного типу широко застосовуються у економіці, географії, міському і регіональному плануванні і, звичайно, в регіональній науці. Ці моделі використовуються для розкриття сутності торгівлі між регіонами і державами, міграцій, трудових поїздок, поїздок за покупками, подорожей в цілях відпочинку та інших видів потоків в рамках урбанізованих територій і систем регіонів. Хімічні процеси, зокрема полімеризація, також дають привід для плідного пошуку паралелей з ними в регіональній науці... » [1].

Загалом еволюція формування, становлення та розвиток гравітаційних моделей пройшла декілька етапів [7].

У модель починають включати, крім чисельності населення і відстані, інші показники, більш доцільні при аналізі конкретного явища (наприклад, обсяг ВВП, відношення ВВП на душу населення в Україні, різницю між індексом споживчих цін в Україні та в ЄС, біржові індекси ПФТС та FTSE 100, допоміжні змінні та ін.).

Оцінюється рівень вагомості та парна кореляція показників, що дає можливість приділити більшу увагу окремим із них та виключити взаємозалежність чинників.

Квадрат відстані у чисельнику трансформується у степінь порядку  $n$ , що дозволяє більш адекватно описувати соціально-економічні явища.

Комплексні гравітаційні моделі почали активно застосувати для опису різноманітних соціально-економічних явищ на державному та регіональному рівнях.

Отже, математичне моделювання просторового розподілу грошових доходів населення за допомогою гравітаційних моделей дає можливість одержати загальне уявлення про реальні просторові соціально-економічні процеси. Проте використанню математичних методів і системного підходу повинні передувати серйозні теоретико-методологічні розробки, а знайдені за допомогою математичного моделювання кількісні закономірності повинні одержати змістовну економічну інтерпретацію.

**Виклад основного матеріалу.** Розглянемо гравітаційну модель аналізу і прогнозування процесу просторового розподілу грошових доходів населення. Припустимо, що просторовий розподіл грошових доходів населення здійснюється в деякому соціально-економічному континуумі, кожен центр якого характеризується певним набором життєвих благ: можливостями працевлаштування, придбання житла, отримання освіти, змістовного дозвілля, спілкування, відпочинку, різними екологічними характеристиками, рівнем політичної стабільності і особистої безпеки, гарантіями забезпечення прав людини. Сукупність таких центрів утворює простір можливостей або простір стимулів, в межах якого діє принцип «людина шукає, де краще». Простір можливостей динамічний та характеризується різними рівнями концентрації грошової маси населення. В даному просторі розгорнені, а тому підлягають вибору можливості діяльності економічних агентів в найрізноманітніших сферах.

Формування переваг у населення до різних частин території відображає економічно і соціально обумовлені реакції населення на певну сукупність властивостей середовища його функціонування. На даний час, зрештою як і завжди, на просторову мобільність населення істотний вплив здійснює економічний чинник. Тому, відношення вибору населення до території його функціонування може слугувати критерієм якості життя в тому чи іншому регіоні в межах простору можливостей, з однієї сторони; а з іншої – істотною ознакою для визначення локалізації латентних груп населення з властивою їм соціально-економічною організацією, поведінкою і цілями.

Теоретико-методологічні передумови дослідження феномена просторового розподілу грошових доходів населення утворюють три взаємопов'язаних постулати, сформовані на основі [5].

Переміщення населення в просторі можливостей є самоорганізованим процесом суспільної поведінки індивідів, що формується з врахуванням системи соціальних переваг.

Просторовий розподіл грошових доходів населення знаходить відображення у відношенні вибору населення до території його функціонування: його концентрації в одних регіонах і розосередження в інших в результаті переміщення населення в просторі.

Обсяг сукупних грошових доходів (або його відносна величина, або якісна оцінка, або динаміка) – інтегральний показник, що відображає вплив грошової маси, що «притягує» населення в той або інший регіон. А тому обсяг сукупних грошових доходів може розглядатися як індикатор привабливості цих регіонів для певних соціальних груп населення.

В основі всіх моделей просторового розподілу грошових доходів населення лежить гіпотеза про те, що в поведінці людей, коли йдеться про переміщення в просторі, наголошуються деякі закономірності, що піддаються кількісній оцінці [8]. Ця гіпотеза спирається, у свою чергу, на наступні постулати:

просторовий розподіл грошових доходів населення відображає впорядковане притосування до чинника відстані;

рішення про переміщення приймаються, виходячи з принципу мінімізації зусиль, затрачених на переміщення;

всі місцеположення в тій чи іншій мірі доступні, але деякі з них характеризуються більшою доступністю в порівнянні з іншими;

в різних видах людської діяльності виявляється прагнення до агломерації для отримання вигод, які забезпечує концентрація різних сфер життєдіяльності в одному місці;

орієнтація людської діяльності носить ієрархічний характер;

розселення людей носить осередковий характер.

Розглянемо простір  $S$  з координатами  $x^1$  – оплата праці;  $x^2$  – доходи від підприємницької діяльності та само зайнятості;  $x^3$  – доходи від продажу сільськогосподарської продукції;  $x^4$  – пенсії, стипендії, допомоги та субсидії, надані готівкою;  $x^5$  – грошова допомога від родичів, інших осіб та інші грошові доходи. У просторі  $S$  виділимо  $m$  елементів (регіонів):

$$C_j \{ (x^1, x^2, x^3, x^4, x^5), F_j \}, \quad j = \overline{1, m},$$

де  $(x^1, x^2, x^3, x^4, x^5)$  – координати  $j$ -ого регіону в просторі  $S$ ;

$F_j$  – параметр привабливості  $j$ -ого регіону (наприклад, привабливість може бути виражена через ринки праці, можливість проведення комерційної діяльності, доступність соціальних пільг тощо).

Ймовірність нерівності розподілу грошових доходів населення  $j$ -ого регіону по відношенню до  $i$ -ого в просторі  $S$  визначається на основі формули:

$$P_{ij} = \frac{\frac{F_j}{d_{ij}^\lambda}}{\sum_{j=1}^m \frac{F_j}{d_{ij}^\lambda}}, \quad (1)$$

де  $d_{ij}$  – відстань (нерівність) між грошовими доходами населення  $j$ -ого регіону по відношенню до  $i$ -ого в просторі  $S$ ;

$\lambda$  – параметр відстані (нерівності);

$P_{ij}$  – ймовірність нерівності розподілу грошових доходів населення  $j$ -ого регіону по відношенню до  $i$ -ого.

Відстань (нерівність) між грошовими доходами населення у формулі (1) можна замінити відстанню, вираженою в системі координат  $(x^1, x^2, x^3, x^4, x^5)$ . В результаті отримаємо:

$$P_{ij} = \frac{F_j}{\sum_{j=1}^m \frac{F_j}{\left( \sqrt{(x_i^1 - x_j^1)^2 + (x_i^2 - x_j^2)^2 + (x_i^3 - x_j^3)^2 + (x_i^4 - x_j^4)^2 + (x_i^5 - x_j^5)^2} \right)^\lambda}} \quad (2)$$

На основі формули (2) можна здійснити картографічне моделювання ймовірності нерівності розподілу грошових доходів населення. Як відомо, форма запису моделі залежить як від природи об'єкту дослідження, так і від поставленої в дослідженні мети. При побудові просторових моделей перевага часто віддається картографічному представленню модельованого об'єкта, що дозволяє передати інформацію і може розглядатися в якості своєрідної знакової системи. Картографічне моделювання має свої переваги, оскільки є універсальним, лаконічним, містким і зрештою характеризується багатовимірністю, що значно розширює інформаційну насиченість карти. Саме багатовимірність картографічної системи дозволяє вивчати просторові відносини. Карта дає нову, вищого порядку інформацію про досліджувані явища, які у вихідній інформації мають латентний характер.

Відтак, картографічне моделювання соціально-економічних систем можна інтерпретувати як один з методів латентно-структурного аналізу (аналізу прихованих структур), запропонованого в [9]. Даний аналіз дозволяє виявляти і розпізнавати приховані латентні групи населення з іманентною їм структурою грошових доходів за джерелами їх утворення. Аналіз починається з оцінки емпіричного матеріалу і розробки гіпотези про наявність певної системи соціальних груп, що формують приховану структуру. На основі фактичних даних здійснюється моделювання, метою якого є перевірка даної статистичної гіпотези.

Модель прихованої структури перевіряє факт наявності постульованих груп населення, проте більш глибокий аналіз проблеми вимагає залучення додаткової інформації. Зокрема, при просторовому дослідженні нерівності грошових доходів населення латентно-структурний аналіз дозволяє знайти локалізацію груп населення з прихованими грошовими доходами (тіньова заробітна плата та ін.). Відтак виявлення причин, що спонукали ту або іншу групу населення до формування латентних доходів, припускає вивчення даних, які можуть слугувати основою для формулювання причинно-наслідкових гіпотез, поглиблення і розширення наукового пошуку і, зрештою, прогнозування можливого перерозподілу грошових доходів населення в просторі.

Виявлення прихованої структури як інструмент аналізу може принести плідні результати при вивченні поведінки населення, зміні джерела його доходів, для статистичної інтерпретації міжрегіональних відмінностей в структурі споживання населення, інтенсивності переміщення населення в просторі, оцінки умов життя в межах урбанізованих ареалів.

З метою картографічного моделювання ймовірності нерівності розподілу грошових доходів населення для обраного регіону  $j=k$  визначимо функцію ймовірності  $P_{ik}$  як складену функцію від двох змінних  $(x, y)$  для відповідної кількості пунктів в просторі  $S$ .

Ці пункти можна обрати довільно, а змінні  $(x, y)$  є функціями від  $(x^1, x^2, x^3, x^4, x^5)$ . Можна прийняти пункти у вузлах сітки, утвореної в просторі  $S$  через відрізки визначені в інтервалах  $\Delta x$  і  $\Delta y$ . Просторовою інтерпретацією функції ймовірності  $P_{ik}$  буде поверхня.

Проекція поверхні  $P_{ik}$  на площину  $(x, y)$  утворює горизонтальну карту ймовірності нерівності розподілу грошових доходів населення. Окрема горизонталь утворює межі однакових ймовірностей радіуса дій аналізованого центру. Зіставляючи карти ймовірності нерівності розподілу грошових доходів населення кількох територіальних одиниць на одному рисунку отримують простори домінування окремих регіонів. Спільні межі регіонів, що визначаються ймовірностями нерівності розподілу грошових доходів населення, визначають криві рівних можливостей. Рівняння такої кривої:

$$P_{ik} = P_{il}, \quad (3)$$

де  $k, l$  – індекси регіонів.

Модифікація наведеної моделі передбачає введення додаткового параметру – витрат населення на споживання в окремих регіонах. Це дає можливість обчислити витрати на споживання населення  $j$ -ого регіону по відношенню до його розподілу доходів у порівнянні з витратами на споживання населення  $i$ -го регіону, іншими словами співвіднести споживчий попит і купівельну спроможність населення:

$$W_{ij} = V_i P_{ij} = V_{ij} \frac{\frac{F_j}{d_{ij}^\lambda}}{\sum_{j=1}^m \frac{F_j}{d_{ij}^\lambda}}, \quad (4)$$

де  $W_{ij}$  – ймовірні витрати на споживання населення  $j$ -ого регіону по відношенню до його розподілу доходів у порівнянні з витратами на споживання населення  $i$ -го регіону;  $V_i$  – сукупні витрати на споживання населення  $i$ -го регіону.

Дана модель також дозволяє визначити, яка частина витрат населення на споживання зі всіх регіонів споживання буде локалізована в обраному регіоні. З цією метою достатньо у формулі (4) виконати сумування за всіма регіонами:

$$W_j = \sum_{i=1}^n V_{ij} \frac{\frac{F_j}{d_{ij}^\lambda}}{\sum_{j=1}^m \frac{F_j}{d_{ij}^\lambda}}. \quad (5)$$

В загальному випадку в моделі отримуємо потокову схему грошових доходів населення між регіонами розподілу цих доходів.

Отже, запропоновані моделі належать до групи гравітаційних моделей. Їх спільною рисою є умова, що ймовірність нерівності розподілу грошових доходів населення в даному регіоні є прямо пропорційна до приваблюючого чинника (параметра привабливості) і обернено пропорційна до відштовхуючого чинника (відстані або нерівності). Приваблюючий чинник пов'язаний з особливістю центру, а відштовхуючий чинник – з його положенням (відстанню або нерівністю).

Важливим елементом аналізу є вибір меж аналізованого простору. В більшості випадків приймається, що:

$$\sum_{i=1}^n V_i = \sum_{j=1}^m W_j.$$

Це означає, що потік грошових доходів населення замикається всередині аналізованого простору, тобто простір є замкнутим. При цьому зовнішній вхідний потік є рівносильним зовнішньому вихідному потоку. Іншими словами, якщо в ролі аналізованого простору розглядати окрему країну, то сальдо експорту-імпорту грошових доходів для такої країни рівне нулю.

Значною проблемою є кількісне вираження параметра привабливості  $j$ -того регіону. Стосовно дослідження нерівності розподілу грошових доходів населення в контексті джерел їх формування в ролі параметра привабливості можуть виступати наступні критерії: показники безробіття (зайнятості), що характеризують ринки праці, показники розвитку малого та середнього бізнесу, які відображають можливість проведення комерційної діяльності, показники соціального розвитку, що показують доступність отримання соціальних пільг.

**Висновки.** Таким чином, запропоновано гравітаційну модель просторового розподілу грошових доходів населення, теоретична та практична значущість якої полягає у визначенні нових місць отримання грошових доходів населення та оцінюванні впливу таких потенційних центрів на існуючу соціально-економічну систему. Розв'язання проблеми розміщення нового центру, а також оцінка міри впливу окремих центрів з урахуванням нового центру, дають основу для визначення просторової структури джерел отримання грошових доходів та прогнозування модифікацій такої структури на основі аналізу її імовірнісних характеристик.

### Література

1. Айзард У. Некоторые направления регионального развития и сотрудничества и некоторые вопросы в региональной науке, не имеющие ответов / У. Айзард // Региональное развитие и сотрудничество. – 1998. – №12. – С. 46-52.
2. Anderson J.E. «A Theoretical Foundation for the Gravity Equation» / J.E. Anderson, // AER – 1979. – №69(1). – P. 106-116.
3. Bergstrand J.A. Theoretical Foundation for the Gravity Equation / J.A. Bergstrand // American Economic Review, 1985. – №1. – P. 69.
4. Московкин В.М. Гравитационная модель для внешней торговли Украины со странами ЕС / В.М. Московкин, Н.И. Колесникова, Н.М. Рилач // Бизнес-информ. – 2007. – №7. – С.26-32.
5. Pribytkova I.M. Cartographical Modeling as a Statistical Method for Monitoring of a Spatial Behaviour of Population / I.M. Pribytkova // Recent Advances in Stochastic Modeling and Data Analysis / World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, 2007.
6. Stewart J.Q. Potential of Population and Its Relationship to Marketing / J.Q. Stewart, «Theory in Marketing», Illinois, 1950.
7. Концева В.В. Застосування гравітаційних моделей для аналізу соціально-економічних явищ та процесів / В.В.Концева, І.О. Хоменко // Збірник наукових праць НТУ. – 2009. – № 2. – С. 261-266.
8. Гарнер Б. Дж. Модели географии городов и размещения населенных пунктов / Б. Дж. Гарнер– М.: Модели в географии, 1971. – 383 с.
9. Лазарсфельд П.Ф. Латентно-структурный анализ и теория тестов / П.Ф. Лазарсфельд– Математические методы в социальных науках. – М., 1973, С. 42-53.
1. Izard, W. (1998), "Some areas of regional development and cooperation, and some of the issues in regional science, unanswered", Regional development and cooperation, Vol. 12, pp. 45-52.
2. Anderson, J.E. (1979), "A Theoretical Foundation for the Gravity Equation", AER, Vol. 69, pp. 106-116.
3. Bergstrand, J.A. (1985), "Theoretical Foundation for the Gravity Equation", American Economic Review, Vol. 1, p. 69.
4. Moscovkin, V.M., Kolesnikova, N.I., Rilach, N.M. (2007), "The gravity model for Ukraine's foreign trade with the EU", Business-Inform, Vol. 7, pp. 26-32.
5. Pribytkova, I.M. (2007), *Cartographical Modeling as a Statistical Method for Monitoring of a Spatial Behaviour of Population*, Recent Advances in Stochastic Modeling and Data Analysis, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
6. Stewart, J.Q. (1950), *Potential of Population and Its Relationship to Marketing*, Theory in Marketing, Illinois.
7. Konceva, V.V., Khomenko, I.O. (2009), "The use of gravity models to analyze the socio-economic phenomena and processes", Science works of NTU, Vol. 2, pp. 261-266.
8. Garner, B.J. (1971), *Models geography of cities and towns placement*, Moscow, Models in Geography.
9. Lazarsfeld, P.F. (1973), *Latent structure analysis and theory tests*, Mathematical Methods in the Social Sciences, Moscow.



## ДИНАМІЧНИЙ МІЖГАЛУЗЕВИЙ БАЛАНС З ВИПЕРЕДЖУЮЧИМ АРГУМЕНТОМ

Міжгалузева модель Леонт'єва «витрати-випуск» давно стала основою для різноманітних досліджень так званої «лінійної економіки» [1]. Статична міжгалузева модель Леонт'єва має вигляд:

$$x = Ax + y, \quad y > 0, \quad x \geq 0,$$

де  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$  – вектор-стовпчик повного випуску продукції,  $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)^T$  – вектор-стовпчик кінцевої продукції,  $A = (a_{ij})_1^n \geq 0$  – матриця коефіцієнтів прямих виробничих витрат.

Як відомо, кінцевий продукт  $y$  ділиться на дві основні частини (споживання  $c$  та збереження  $s$ ):

$$y = c + s.$$

Якщо збереження витрачається на розширення виробництва, то цей процес описується динамічною міжгалузевою моделлю Леонт'єва «витрати-випуск»:

$$x(t) = Ax(t) + B\dot{x}(t) + c(t), \quad c(t) \geq 0, \quad x(t) \geq 0, \quad \dot{x}(t) \geq 0,$$

де  $t \geq 0$  – неперервний час,  $\dot{x}(t) = (\dot{x}_1, \dot{x}_2, \dots, \dot{x}_n)^T$  – вектор-стовпчик приросту продукції ( $\dot{x}(t)$  – похідна за часом);  $B = (b_{ij})_1^n \geq 0$  – матриця фондоемності продукції.

З математичної точки зору модель (2) є системою лінійних неоднорідних диференціальних рівнянь першого порядку. Модель (2) володіє одним істотним недоліком: тут будівництво та введення в дію нових потужностей  $\dot{x}(t) \geq 0$  відбувається миттєво, більш того – витрати на створення нових потужностей компенсуються продукцією цих же потужностей, що зовсім не відповідає дійсності. В реальності між замовленням та введенням в дію нових потужностей проходить деякий час  $\tau > 0$  – лаг будівництва. При цьому будівництво фінансується неперервно у вигляді частини наявної кінцевої продукції.

Якщо припустити, що фінанси (матеріали, ресурси) виділяються повністю на початку будівництва (тобто замовлення фінансується одразу), то замість рівняння (2) будемо мати таке співвідношення:

$$x(t) = Ax(t) + B\dot{x}(t + \tau) + c(t), \quad c(t) \geq 0, \quad t \geq 0.$$

Постановка завдання. Модель (3) є системою лінійних неоднорідних диференціальних рівнянь з випереджуючим аргументом [2].

Оскільки рівняння (3) зв'язує моменти часу  $t$  та  $t + \tau$ , то для знаходження траєкторії  $x(t)$  при  $t \in [0, \infty)$  потрібні початкові умови:

$$x(t) \equiv a_0(t) \geq 0 \quad \text{при} \quad -\tau \leq t < 0,$$

де  $a_0(t)$  – задана неперервно диференційована функція, що є мінімальними вимогами для розв'язання задачі Коші (3)–(4).

В даній роботі не досліджуються математичні труднощі, пов'язані з розв'язуванням задачі Коші, а ставиться задача побудови магістральної траєкторії рівняння (3), що зовсім не пов'язується з використанням початкових умов (4).

Результати дослідження. В подальшому під магістральною траєкторією будемо розуміти траєкторію максимального збалансованого експоненціального зростання рівняння (3).

1. Для знаходження магістральних траєкторій необхідно спочатку знайти загальний розв'язок неоднорідного диференціального рівняння (3).

Загальний розв'язок рівняння (3) шукаємо у вигляді суми загального розв'язку однорідного рівняння:

$$x(t) = Ax(t) + B\dot{x}(t+\tau), \quad x(t) \geq 0,$$

та частинного розв'язку неоднорідного рівняння (3).

Загальний розв'язок однорідного диференціального рівняння (5) шукаємо у вигляді експоненти по часу  $ze^{\lambda t}$ , де  $z \geq 0$  – деякий вектор-стовпчик. При  $z \neq 0$  з (5) одержуємо

$$z = Az + \lambda e^{\lambda \tau} Bz \tag{1}$$

або

$$(I - A - \mu B)z = 0,$$

де

$$\mu = \lambda e^{\lambda \tau},$$

а  $I$  – одинична матриця відповідної розмірності.

Матрицю коефіцієнтів прямих виробничих витрат  $A$  будемо вважати продуктивною матрицею, тобто такою, що  $(I - A)^{-1} \geq 0$  [3]. Ця умова є необхідною та достатньою для існування невід'ємного розв'язку  $x \geq 0$  рівняння (1).

Після множення рівняння (7) зліва на матрицю  $(I - A)^{-1} \geq 0$  будемо мати:

$$(I - \mu(I - A)^{-1} B)z = 0.$$

Як випливає з (9), випадок  $\mu = 0$  відповідає випадку  $z \equiv 0$ , що є неприйнятним для відшукування магістральних траєкторій. Отже, нехай  $\mu \neq 0$ . Тоді (9) можемо переписати у вигляді:

$$((I - A)^{-1} B - \mu^{-1} I)z = 0.$$

Отже,  $\mu^{-1}$  є власним числом матриці  $(I - A)^{-1} B \geq 0$ . Таких власних чисел  $n$ , включаючи кратні і комплексні числа. Але серед них є єдине число, якому відповідає невід'ємний власний вектор [3]. Це корінь Фробеніуса  $\lambda_{(I-A)^{-1}B} > 0$  та правий вектор Фробеніуса  $x_{(I-A)^{-1}B} \geq 0$ , який буде строго додатним лише для нерозкладної матриці  $(I - A)^{-1} B$ .

Отже, претендентом на магістральну траєкторію однорідного рівняння є  $ze^{\lambda t}$ , де  $z$  – правий вектор Фробеніуса матриці  $(I - A)^{-1} B \geq 0$ , а  $\lambda$  – корінь рівняння:

$$\lambda e^{\lambda \tau} = \lambda_{(I-A)^{-1}B}^{-1}.$$

Залишається ще знайти невід'ємний частинний розв'язок неоднорідного рівняння (3). Цей частинний розв'язок шукаємо, як і для звичайних диференціальних рівнянь, в залежності від вигляду вільного члена  $c(t)$ . Якщо вектор-функція  $c(t)$  має аналітичне вираження, наприклад є експонентою в часі, то і частинний розв'язок шукається у такому ж вигляді. Найчастіше:

$$c(t) = c_0 e^{st}, \quad c_0 \geq 0, \quad s > 0,$$

де  $s$  – деяке число.

Тоді шукаємо частинний розв'язок у вигляді:

$$x(t) = z_0 e^{st},$$

де  $z_0 \geq 0$  – шуканий вектор-стовпчик.

Після підстановки виразів (12) і (13) в (3) та скорочення на  $e^{st}$  одержуємо

$$z_0 = Az_0 + se^{st} Bz_0 + c_0,$$

або

$$(I - A - vB)z_0 = c_0,$$

де

$$v = se^{st}.$$

Після множення рівняння (14) зліва на матрицю  $(I - A)^{-1} \geq 0$  маємо:

$$(I - v(I - A)^{-1} B)z_0 = (I - A)^{-1} c_0. \quad (2)$$

Щоб отримати

$$z_0 = (I - v(I - A)^{-1} B)^{-1} (I - A)^{-1} c_0 \quad (3)$$

потрібно щоб матриця  $v(I - A)^{-1} B \geq 0$  була продуктивною, тобто:

$$0 < v \lambda_{(I-A)^{-1}B} < 1.$$

Отже, маємо умову існування невід'ємного розв'язку неоднорідного рівняння (3), а саме:

$$0 < v < \lambda_{(I-A)^{-1}B}^{-1} \quad (4)$$

або

$$se^{st} < \lambda_{(I-A)^{-1}B}^{-1}.$$

Порівнюючи співвідношення (11) та (19) приходимо до висновку, що:

$$0 < s < \lambda.$$

Таким чином, магістральна траєкторія неоднорідного диференціального рівняння з випереджуючим аргументом як траєкторія максимального збалансованого експоненціального зростання визначається правим вектором Фробеніуса матриці  $(I - A)^{-1} B \geq 0$  та темпом зростання  $\lambda$ , що є єдиним коренем рівняння (11).

Розглядаючи  $\lambda$  як функцію параметра  $\tau$ , дослідимо функцію  $\lambda(\tau)$  з тотожності:

$$\lambda(\tau) e^{\lambda(\tau)\tau} \equiv \lambda_{(I-A)^{-1}B}^{-1}.$$

Очевидно, що  $\lambda(\tau)$  є монотонно спадною функцією, причому:

$$\lambda(0) = \lambda_{(I-A)^{-1}B}^{-1}, \quad (5)$$

що збігається з відомим результатом [4].

Продиференціюємо тотожність (21) по  $\tau$ , одержуємо рівняння:

$$\lambda \tau \lambda' + \lambda^2 + \lambda' = 0,$$

звідки маємо

$$\lambda'(\tau) = -\frac{\lambda^2}{1 + \lambda \tau} < 0, \quad \tau \geq 0, \quad \lambda > 0. \quad (6)$$

Зокрема,

$$\lambda'(0) = -\lambda^2$$

і, отже, для малих значень  $\tau$  справедливе розвинення:

$$\lambda(\tau) = \lambda_{(I-A)^{-1}B}^{-1} \left( 1 - \tau \lambda_{(I-A)^{-1}B}^{-1} \right) + o(\tau^2). \quad (7)$$

Таким чином, затримування будівництва нових потужностей  $\tau > 0$  приводить до уповільнювання темпу зростання магістральних траєкторій.

Як числовий приклад, розглянемо випадок  $A = 0,5$  та  $B = 10$ . Тоді  $(I - A)^{-1} B = 20$ , отже,  $\lambda_{(I-A)^{-1}B} = 0,05$  і згідно з (24) одержуємо:

$$\lambda(\tau) = 0,05(1 - 0,05\tau) + o(\tau^2).$$

2. Проведемо двоїстий аналіз моделі динамічного міжгалузевого балансу з випереджуючим аргументом.

Нехай  $p(t) = (p_1, p_2, \dots, p_n)$  – вектор-рядок вартості продукції. Після множення співвідношення (3) зліва на вектор  $p(t) \geq 0$  одержуємо вартісний баланс на момент часу  $t$ :

$$p(t)x(t) = p(t)Ax(t) + p(t)B\dot{x}(t+\tau) + p(t)c(t). \quad (8)$$

Основна статична гіпотеза про баланс вартостей системи «споживання-виробництво» має вигляд:

$$p(t)c(t) = r(t)x(t). \quad (9)$$

Тут  $r(t) = (r_1, r_2, \dots, r_n)$  – вектор-рядок коефіцієнтів доданої вартості продукції  $x(t)$ , а величина  $p(t)B\dot{x}(t+\tau)$  – сьогоденна вартість запланованого новостворюваного виробництва.

Пропонована нами додаткова динамічна гіпотеза

$$p(t)B\dot{x}(t+\tau) = \dot{p}(t+\tau)Bx(t) \quad (10)$$

стверджує, що вартість майбутнього новостворюваного виробництва компенсується плановим підняттям ціни продукції. Для випадку  $r = 0$  ця гіпотеза вперше запропонована в роботі [4].

Одержуємо вартісний баланс системи «споживання-виробництво» у такому вигляді:

$$p(t)x(t) = p(t)Ax(t) + \dot{p}(t+\tau)Bx(t) + r(t)x(t) \quad (11)$$

або

$$(p(t) - p(t)A - \dot{p}(t+\tau)B - r(t))x(t) = 0. \quad (12)$$

Оскільки рівність повинна виконуватись при будь-яких  $x(t) \geq 0$ , то це можливо лише у випадку, коли:

$$p(t) = p(t)A + \dot{p}(t+\tau)B + r(t), \quad r(t) \geq 0, \quad p(t) \geq 0. \quad (13)$$

Це динамічна модель цін. Вона має вигляд аналогічній основній моделі (3). Тому побудова магістральної траєкторії моделі проводиться аналогічно, як це зроблено для моделі (3).

Виявляється, що темп зростання цін (інфляція) визначається через корінь Фробеніуса матриці  $B(I - A)^{-1} \geq 0$ , що збігається з коренем Фробеніуса матриці  $(I - A)^{-1}B \geq 0$ . Тобто, темп зростання виробництва збігається з темпом інфляції продукції, що є реалістичним.

Промінь Неймана, що визначає магістральну траєкторію для цін, є лівим вектором Фробеніуса матриці  $B(I - A)^{-1} \geq 0$ .

**Висновок.** Таким чином, в даній роботі представлено модель динамічного міжгалузевого балансу, що враховує часовий лаг будівництва та введення нових виробничих потужностей. Встановлено існування єдиної магістральної траєкторії як траєкторії максимального збалансованого експоненціального зростання. На основі введення двох гіпотез про баланс вартостей системи «споживання-виробництво» проведений двоїстий аналіз динамічної моделі з випереджуючим елементом. Встановлено, що на магістралі темпи зростання виробництва та підвищення ціни продукції збігаються, а самі траєкторії виражаються через правий та лівий вектори Фробеніуса.

Одержані магістральні траєкторії доцільно використати для стратегічного планування економічного розвитку.

### Література

- |   |   |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Леонтьев В.В. Межотраслевая экономика / В.В. Леонтьев: [пер. с англ.] – М.: ОАО «Издательство «Экономика», 1997. – 479 с.</li> <li>2. Мышкис А.Д. Линейные дифференциальные уравнения с запаздывающим аргументом: [монография] / А.Д. Мышкис. – М.: Наука, 1972. – 352 с.</li> <li>3. Пономаренко О.І. Сучасний економічний аналіз: У 2 ч. Ч. 2. Макроекономіка: [навч. посібник] / О.І. Пономаренко, М.О. Перестюк, В.М. Бурим. – К.: Вища школа, 2004. – 207 с.</li> <li>4. Ляшенко І.М. Економічні гіпотези та динаміка рівноважних цін в моделі Леонтьєва «витрати-випуск» / І.М. Ляшенко, О.І. Ляшенко, А.М. Онищенко // Економічна кібернетика. – №3–4(57–58). – 2009. – С. 14–18.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Leontiev, V.V. (1997), <i>Mezhotraslevaya economics</i>, Moscow, Publishing Economics.</li> <li>2. Myshkis, A.D. (1972), <i>Line differential equation with retarded argument</i>, Moscow, Science.</li> <li>3. Ponomarenko, O.I., Perestyuk, M.O., Buryim, V.M. (2004), <i>Modern economic analysis In 2 parts, Part 2</i>, Macroeconomics, Kiev, High School.</li> <li>4. Ljashenko, I.M., Ljashenko, O.I., Onishchenko, A.M. (2009), "Economic hypotheses and dynamics of equilibrium prices in Leontief model "input-output"", <i>Economic Cybernetics</i>, Vol. 57-58, pp. 14-18.</li> </ol> |
|---|---|

УДК 338.26.015.001.57

*Л.С. Гурьянова*

*канд. экон. наук, доцент*

*Харковский национальный экономический университет*

## МОДЕЛИ ОЦЕНКИ СБАЛАНСИРОВАННОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИСКАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ

К наиболее значимым проблемам развития ряда национальных экономик относится сглаживание последствий циклического кризиса. Актуальной задачей решения этой проблемы является разработка моделей регулирования развития территорий на основе фискальной (налогово-бюджетной) политики.

Изменение параметров налоговой политики Украины направлено, прежде всего, на снижение налоговой нагрузки на юридических лиц, налога на добавленную стоимость, повышение налоговой нагрузки на физических лиц с высоким уровнем дохода, повышение акцизного налогообложения на такие группы товаров, как алкоголь, табак, топливо, автомобили, повышение ввозных таможенных пошлин. В среднесрочной перспективе налоговые реформы приводят к повышению спроса на товары отечественного производства, уменьшению оттока капитала, ускоренной модернизации основных фондов предприятий, развитию высокотехнологичных импортозамещающих производств [1]. Вместе с тем, в связи с наличием определенного временного лага, необходимого для формирования позитивных «откликов» в экономике, следствием изменения фискальной политики является уменьшение налоговых поступлений в бюджет, формирование бюджетной недостаточности, уменьшение финансовых возможностей выравнивания уровней социально-экономического развития (СЭР) регионов.

Усиление неравномерности развития территорий в последние годы, вызванное различным потенциалом адаптации региональных систем к изменившимся условиям функционирования, привело к расширению числа хронически депрессивных территорий, снижению устойчивости бюджетной системы. Особенно остро это проявляется в период циклического кризиса, существенного замедления темпов экономического роста регионов, являющихся «опорными» для экономики. Следствием бюджетной недостаточности является повышение социальной напряженности в регионах, формирование «воронки» экономического кризиса, затрагивающей все больший ареал территорий.

Вопросы разработки моделей регулирования развития территорий на основе фискальной (налогово-бюджетной) политики широко освещены в современных научных экономических и зданиях. В работах [2-6] определена структура модельного комплекса социально-экономического развития регионов; рассматриваются возможности применения эконометрических методов, методов многомерного анализа, панельных данных, казуальных и неказуальных подходов к моделированию механизмов регулирования развития территорий на разных иерархических уровнях; тестирования наличия эффекта перелива и возможности уменьшения затрат, связанных со стимулированием развития территорий. Несмотря на достаточно большой интерес к разработке моделей формирования эффективной региональной политики, недостаточно изученными остаются подходы, позволяющие оценить согласованность налоговой, бюджетной политики, динамики инвестиционных процессов, их влияние на процессы конвергенции регионального развития.

Ведущим инструментом моделирования сбалансированной налогово-бюджетной политики является сценарное моделирование, позволяющее исследовать причинно-следственные связи факторов, которые имеют неявную структуру; формировать спектр стратегий развития; осуществлять оценку последствий реализации различных вариантов управленческих воздействий, направленных на выравнивание уровней социально-экономического развития регионов [7-8]. Адекватным инструментом реализации сценарного подхода выступает имитационное моделирование, обеспечивающее возможности экспериментирования, связанные с оценкой и анализом различных сценариев управления социально-экономическим развитием регионов. В качестве базовой концепции при моделировании финансовых потоков территорий рассматривается метод системной динамики [9-10], преимуществами которого является возможность учета всех структурных взаимосвязей между переменными и временных аспектов трансформаций.

В данном исследовании была поставлена цель разработки сценарных моделей социально-экономического развития регионов вследствие реализации фискальной (налогово-бюджетной) политики, которые дают возможность провести анализ структурных дисбалансов развития территорий в перспективном периоде и определить направления корректировки фискальной политики, направленные на их устранение или предупреждение.

Предлагаемая схема формирования сценариев социально-экономического развития регионов позволяет оценить последствия реализации различных вариантов фискальной политики и включает следующие основные этапы: 1) формирование инерционного сценария изменения характеристик социально-экономического развития территорий вследствие реализации фискальной политики; 2) динамический анализ дисбалансов регионального развития; 3) разработка и анализ альтернативных сценариев управления социально-экономическим развитием регионов. Ниже рассматривается содержание этапов схемы.

На первом этапе осуществляется построение инерционного сценария изменения характеристик СЭР территорий вследствие реализации принятой фискальной (налогово-бюджетной) политики. Решение задач этого этапа осуществляется с помощью модели выравнивания диспропорций с использованием налоговых рычагов и имитационной модели финансового регулирования территорий [11-12].

Модель выравнивания диспропорций с использованием налоговых рычагов включает следующие основные блоки: блок показателей демографии; блок финансовых потоков доходов населения; блок финансовых потоков в предпринимательской деятельности; блок косвенного налогообложения; блок суммарной налоговой нагрузки. Перечисленные

структурные компоненты модели обусловлены особенностями расчета налогов, возможностями реализации сценариев трансформации структуры налоговых поступлений и налоговой базы. Предложенная в [11] модель позволяет найти прогнозные значения налоговых поступлений с учетом принятой политики импортозамещения и усиления фискальной роли акцизов, провести анализ динамики налоговой загрузки, определить финансовые возможности выравнивания диспропорций развития территорий.

Модель финансового регулирования развития территорий включает два основных блока: блок распределения ресурсов; блок социально-экономических характеристик региона. Назначением первого блока является моделирование возможной величины инвестиционных трансфертов, субвенций, дотаций регионам. Целевая направленность второго блока состоит в моделировании влияния величины инвестиционных трансфертов, субвенций, дотаций регионам на уровень социально-экономического развития региональных систем. Разработанная имитационная модель финансового регулирования территорий дает возможность проводить многовариантные прогнозные расчеты экономического развития регионов и государства в зависимости от принятой политики государственного финансового регулирования [12]. Выходными данными этого этапа являются инерционные сценарии социально-экономического развития регионов вследствие реализации принятой налогово-бюджетной политики (табл 1).

Таблица 1

**Описание инерционных сценариев социально-экономического развития регионов**

Сценарий	Условное обозначение сценария	Содержание сценария
Оптимистический инерционный	Сценарий 1	Прогнозирование динамики социально-экономического развития регионов вследствие реализации принятой налогово-бюджетной политики с учетом расширения налоговой базы
Пессимистический инерционный	Сценарий 2	Прогнозирование динамики СЭР регионов вследствие реализации принятой налогово-бюджетной политики без учета расширения налоговой базы

Как видно из табл 1, пессимистический инерционный сценарий состоит в прогнозировании параметров бюджетной политики при наличии временного лага в формировании положительных «откликов» в экономике и, как следствие, бюджетной недостаточности. Оптимистический инерционный сценарий учитывает расширение налоговой базы вследствие изменения параметров налоговой политики. Моделирование бюджетной политики осуществляется на основе принятых в рамках стабилизационной политики параметрах распределения дотаций, субвенций, инвестиционных трансфертов регионам.

На втором этапе проводится анализ формирования дисбалансов в региональном развитии по следующим направлениям: оценка уровня социально-экономического развития регионов, оценка дифференциации социально-экономического развития территорий, оценка неравномерности СЭР территорий, выявление источников формирования структурных дисбалансов [13]. Рассматриваются следующие факторы усиления региональных дисбалансов: несбалансированное развитие групп регионов с высоким и низким уровнем СЭР (групп регионов-доноров и регионов-реципиентов), несбалансированное развитие регионов с высоким уровнем СЭР, несбалансированное развитие регионов с низким уровнем СЭР.

На третьем этапе формируются альтернативные сценарии управления развитием территорий, направленные на устранение или предупреждение выявленных структурных дисбалансов при сохранении общей позитивной траектории развития национальной экономики. Задачами этого этапа является генерация управленческих решений относительно устранения дисбалансов в развитии территорий, формирование альтернативных вариантов налогово-бюджетной политики, прогнозирование динамики социально-экономического развития территорий и выбор варианта фискальной политики. Для решения поставленных задач осуществляется группировка регионов с учетом следующих параметров: уровень СЭР и темп социально-экономического развития. Характеристика полученных на основе методов таксономии [13] групп регионов приведена в табл 2.

Таблица 2

**Группировка регионов для целей регионального управления**

Название группы регионов	Характеристика
Регионы-«лидеры»	Регионы с высоким уровнем и темпом социально-экономического развития
Стагнирующие регионы	Регионы с высоким уровнем и низким темпом социально-экономического развития
Развивающиеся регионы	Регионы с низким уровнем и высоким темпом социально-экономического развития
«Проблемные» регионы	Регионы с низким уровнем и темпом социально-экономического развития

Формирование альтернативных вариантов фискальной политики предполагает изменение параметров распределения инвестиционных трансфертов, в частности, средств фонда регионального развития между приведенными в табл. 2 группами регионов. Поскольку в условиях циклического спада государственная инвестиционная политика направлена на повышение скорости инвестиционных потоков, прежде всего, в производства с высокой добавленной стоимостью, то корректировка параметров распределения инвестиционных трансфертов основана на исследовании ресурсоотдачи производственно-экономических систем (ПЭС) территорий [14]. Результаты прогнозирования социально-экономического развития регионов вследствие реализации различных вариантов фискальной политики лежат в основе формирования альтернативных сценариев управления СЭР территорий, описание которых приведено в табл 3.

Таблица 3

**Описание альтернативных сценариев социально-экономического развития регионов**

Сценарий	Условное обозначение сценария	Содержание сценария
Альтернативный компенсационный	Сценарий 3	Прогнозирование динамики СЭР регионов при принятой налоговой политике и скорректированной бюджетной политике, направленной на приоритетную поддержку регионов, производящих продукцию с высокой добавленной стоимостью
Альтернативный антикризисный	Сценарий 4	Прогнозирование динамики СЭР регионов при принятой налоговой политике и скорректированной бюджетной политике, направленной на обеспечение сбалансированного развития регионов-доноров и регионов-реципиентов



Как видно из табл 3, альтернативный компенсационный сценарий предполагает оценку последствий приоритетной инвестиционной поддержки регионов-доноров при реализации пессимистического сценария динамики налоговых поступлений в бюджет. Целевой направленностью разработки этого сценария является оценка возможности формирования «компенсационного» эффекта уменьшения глубины экономического кризиса за счет изменения параметров бюджетной политики. Альтернативный антикризисный сценарий направлен на моделирование результатов поэтапной финансовой поддержки регионов-реципиентов и регионов-доноров. Финансовая поддержка регионов-реципиентов позволяет снизить уровень их дотационности и уменьшить глубину экономического кризиса на начальном этапе реализации государственной стабилизационной политики. Финансовая поддержка регионов-доноров направлена на стимулирование притока инвестиций в производства с высокой добавленной стоимостью и предупреждение эффекта «отложенного» циклического спада в прогнозном периоде. Выбор варианта фискальной политики осуществляется на основе анализа параметров финансовой региональной политики, обеспечивающей выравнивание уровней социально-экономического развития территорий при сохранении позитивного тренда развития национальной экономики.

Предложенная выше схема разработки сценариев управления социально-экономическим развитием регионов дает возможность оценить согласованность налоговой, бюджетной, инвестиционной политики и повысить качество информационно-аналитической базы для принятия управленческих решений относительно сбалансированного развития регионов. Формирование сценариев управления развитием территорий осуществляется на основе имитационных моделей показателей бюджетной системы и социально-экономических характеристик регионов. В основе имитационных моделей лежат динамические эконометрические модели и модели панельных данных. В качестве переменных имитационной модели динамики показателей бюджетной системы рассматриваются: доходы сводного бюджета, расходы на охрану здоровья, расходы на образование, расходы на социальную защиту и социальное обеспечение, затраты на экономическую деятельность, расходы государственного бюджета, дотации, субвенции, инвестиционные трансферты регионам. Имитационная модель социально-экономических характеристик развития территорий, к которым относятся такие переменные как валовой региональный продукт, общий объем экспорта, инвестиции в основной капитал, уровень занятости населения, общий объем импорта, объем инновационной продукции, величина иностранных инвестиций, среднемесячная заработная плата, денежные доходы, уровень экономически активного населения, обеспеченность населения жильем, ввод в эксплуатацию жилых домов, количество студентов ВУЗов, дает возможность проводить анализ региональных различий в тенденциях развития в условиях воздействия внешних «шоков» за счет эффективности принятой стратегии. Достаточно высокая точность прогноза характеристик регионального развития, полученных на основе имитационных моделей, позволяет использовать их для разработки сценариев развития территорий при различных вариантах налогово-бюджетной политики.

Сформированы инерционные сценарии характеристик социально-экономического развития территорий. В качестве переменных управления рассматривались величины межбюджетных трансфертов. При определении величины инвестиционных трансфертов учитывались изменения Бюджетного кодекса относительно формирования фонда регионального развития. Результаты расчетов интегрального показателя уровня социально-экономического развития регионов, найденного на основе средних значений показателей социально-экономического развития 25 регионов Украины в прогнозном периоде и характеризующего тенденцию развития национальной экономики в целом, приведены на рис 1.

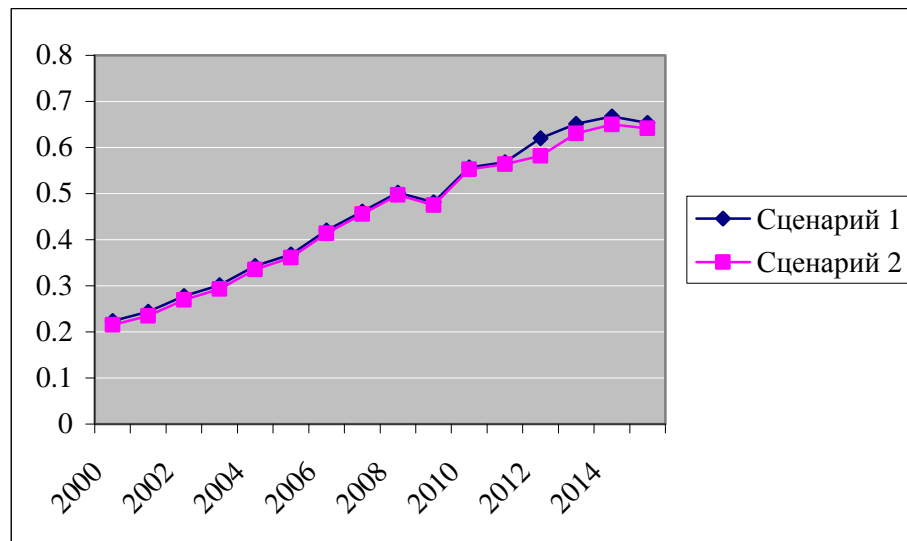


Рис 1. Динамика интегрального показателя уровня социально-экономического развития регионов

Как видно из рис 1, принятая налогово-бюджетная политика позволяет получить положительный эффект в среднесрочной перспективе по двум сценариям развития. Об этом свидетельствует динамика значений интегрального показателя за 2012-2014 гг. Снижение значений интегрального показателя в 2015 г. дает возможность сделать вывод о формировании нисходящей тенденции развития и возникновении ситуации «отсроченного» циклического спада. Последнее подтверждает необходимость корректировки параметров распределения межбюджетных трансфертов с целью сохранения положительных тенденций развития национальной экономики.

Построена классификация регионов по уровню и темпу социально-экономического развития. Анализ удельного веса инвестиционных трансфертов (рис 2) показал, что принятая фискальная политика направлена на поддержку, прежде всего, стагнирующих и «проблемных» регионов. Такая политика выравнивания уровней социально-экономического развития регионов, с одной стороны, приводит к уменьшению дисбалансов в региональном развитии за счет снижения уровня «депрессивности» регионов, ускоренного роста регионов с низким уровнем СЭР, а с другой - к существенному замедлению темпов роста группы регионов с высоким уровнем социально-экономического развития.

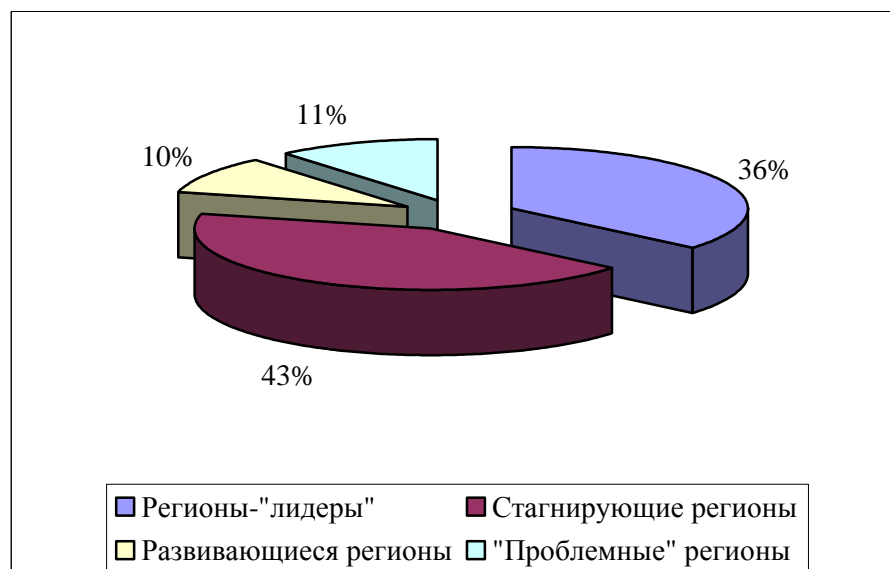


Рис 2. Удельный вес инвестиционных трансфертов, выделенных группам регионов

Корректировка параметров фискальной политики основывалась на анализе ресурсоотдачи в региональных системах. В качестве одного из альтернативных сценариев фи-

нансовой региональной политики рассматривался компенсационный сценарий (сценарий 3), который предусматривает стимулирование экономического роста не только «проблемных» и стагнирующих регионов, но и регионов-«лидеров», у которых наблюдается замедление темпов экономического роста. При этом рассматривалась возможность трансформации механизмов распределения с 2013 г. В качестве исходных данных для формирования сценария рассматривался прогноз налоговых поступлений, полученный на основе модели выравнивания диспропорций СЭС с использованием налоговых рычагов.

В альтернативном антикризисном сценарии (сценарий 4) рассматривалась поэтапная финансовая поддержка регионов-реципиентов и регионов-доноров. При моделировании величины инвестиционных трансфертов в 2013 г. учитывались принятые в Бюджетном кодексе параметры распределения фонда регионального развития, которые ориентированы на приоритетную финансовую поддержку «проблемных» территорий. С целью предупреждения циклического спада в динамике макроэкономических индикаторов, который прогнозируется в 2015 г., осуществлялась корректировка параметров распределения инвестиционных трансфертов.

Значения интегрального показателя социально-экономического развития регионов, характеризующего тенденцию развития национальной экономики в целом, при различных сценариях фискальной политики приведены на рис 3.

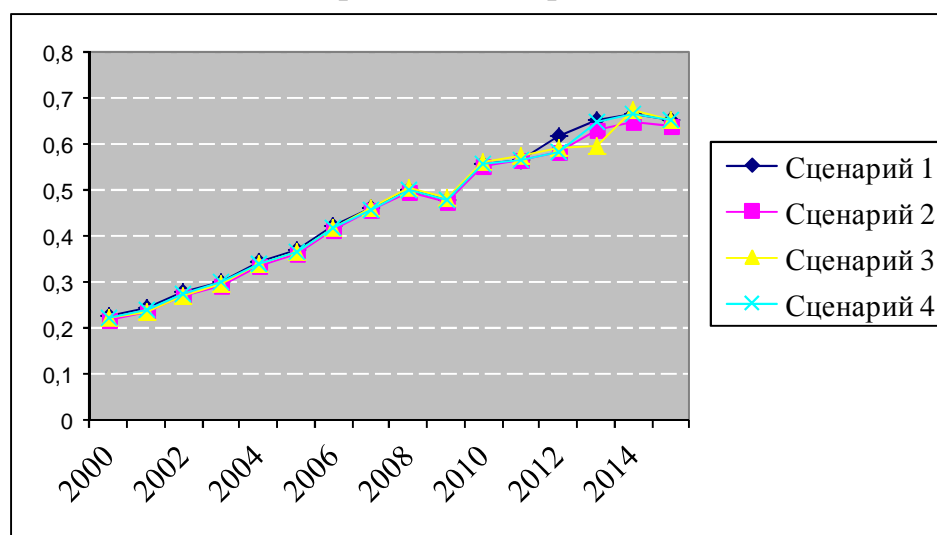


Рис 3. Значения интегрального показателя уровня социально-экономического развития регионов

Как видно из рис 3, при реализации сценария 3 формируется прогнозируемая фаза стагнации в динамике макроэкономических индикаторов на протяжении 2013 г., что подтверждает эффективность принятой фискальной политики, позволяющей пролонгировать фазу роста на 2013-2014 гг. Изменение параметров бюджетной политики в 2014 г. дает возможность уменьшить глубину кризиса в сравнении с базовым пессимистическим сценарием формирования бюджетной недостаточности..

Таким образом, разработанные сценарные модели позволяют прогнозировать социально-экономическое развитие регионов вследствие реализации различных вариантов фискальной политики, оценивать степень межрегиональной дифференциации, выявлять диспропорции в развитии территорий, определять источники формирования структурных дисбалансов и на этой основе осуществлять своевременную корректировку параметров фискальной политики, которая включает налоговую политику (управление процессами трансформации налогового законодательства и налоговых отношений, взимание и перераспределения налогов между бюджетами территорий) и бюджетную политику (управление расходами бюджета, дотациями, субвенциями, бюджетными инвестициями).

## Литература

1. Славянов А.С. Проблемы стимулирования спроса и предложения в российской экономике в период циклического спада / А.С. Славянов // Экономика и математические методы, 2012, том 48. - №1. - С. 103-110.
2. Лук'яненко І.Г. Системне моделювання показників бюджетної системи України: принципи та інструменти / І.Г. Лук'яненко – К.: ВД «Києво-Могилянська академія», 2004. – 541 с.
3. Современные проблемы моделирования социально-экономических систем: Монография / Под ред. В.С. Пономаренко, Н.А. Кизима, Т.С. Клебановой. – Х.: ФЛП Александрова К.М.; ИД «ИНЖЭК», 2009. – 440 с.
4. Пономаренко В.С. Экономическая безопасность региона: анализ, оценка, прогнозирование: Монография / В.С. Пономаренко, Т.С. Клебанова, Н.Л. Чернова – Х.: ИД «ИНЖЭК», 2004. – 144 с.
5. Моделювання економічної безпеки: держава, регіон, підприємство / [В.М. Геєць, М.О. Кизим, Т.С. Клебанова, О.І. Черняк та ін.] За ред. Гейця В.М.: Монографія. – Х.: ВД «ІНЖЕК», 2006. – 240 с.
6. Лычкина Н.Н. Компьютерное моделирование социально-экономического развития регионов в системах поддержки принятия решений / Н.Н. Лычкина. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://simulation.su/uploads/files/default/lych-comp-sim.pdf>
7. Кононов Д.А. Сценарный анализ динамики поведения социально-экономических систем / Д.А. Кононов, С.А. Косяченко, В.В. Кульба // [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.econ.asu.ru/old/sborn/finmath2001/pdf/1.pdf>
8. Кульба В.В. Методы формирования сценариев развития социально-экономических систем / В.В. Кульба, Д.А. Кононов, С.А. Косяченко, А.Н. Шубин; Ин-т проблем упр.им. В.А. Трапезникова. – М.: СИНТЕГ, 2004. – 291 с.
9. Клебанова Т.С. Моделирование финансовых потоков предприятия в условиях неопределенности: [монография] / Т.С. Клебанова, Н.Д. Богониколос, О.Ю. Кононов, А.Я. Берсуцкий - Х.: ИД «ИНЖЭК», 2006. – 312 с.
10. Клебанова Т.С. Моделювання податкового навантаження підприємства в умовах трансформаційної економіки: Монографія / Т.С. Клебанова, А.С. Ястребова – Х.: ВД «ІНЖЕК», 2009. – 268 с.
11. Ястребова А.С. Моделирование процесса выравнивания диспропорций развития региональных систем с использованием налоговых рычагов / А.С. Ястребова, О.В.Никифорова, Л.А. Чаговец // Проблемы економіки. – 2012. – № 2. – С. 58 – 62.
12. Современные подходы к моделированию сложных социально-экономических систем / Под ред. В.С. Пономаренко, Т.С. Клебановой, Н.А. Кизима. – Х.: ФЛП Александрова К.М., ИД «ИНЖЭК», 2011. – 280 с.
13. Модели оценки неравномерности и циклической динамики развития территорий. Монография / Под ред. Т.С. Клебановой, Н.А. Кизима. – Х.: ИД «ИНЖЭК», 2011. – 352 с.
14. Клебанова Т.С. Модели дифференциации конкурентных позиций регионов / Т. С. Клебанова, Л. С. Гурьянова, Е.А. Сергиенко // Конкурентоспроможність: проблеми науки та практики: / Під ред. д.е.н., проф. Пономаренка В.С., д.е.н. проф. Кизима М.О., д.е.н., проф. Тищенко О.М. – Х.: ФОП Лібуркіна Л.М., ВД «ІНЖЕК», 2009. – 264 с.
1. Slavyanov, A.S. (2012), "Incentive problems of supply and demand in the Russian economy during a cyclical downturn", Economics and Mathematical Methods, Vol., № 1, pp. 103-110.
2. Lukyanenko, I.G. (2004), *System simulation performance budget system of Ukraine: Principles and Tools*, Kiev, Kyiv-Mohyla Academy.
3. Ponomarenko, V.S., Kizim, N.A., Klebanova, T.S. (2009), *Modern problems of modeling socio-economic systems*, Kharkov, PH "INZHEK".
4. Ponomarenko, V.S., Klebanova T.S., Chernoff, N.L. (2004) *The economic security of the region: analysis, evaluation, prediction*, Kharkov, PH "INZHEK".
5. Heyets, V.M., Kizim, M.O., Klebanova, T.S., Chernyak, A.I. (2006), *Simulation of economic security: state, region, enterprise*, Kharkov, PH "INZHEK".
6. Lychkina, N.N. (2008) "Computer modeling of the socio-economic development of the regions in decision support systems", available at: <http://simulation.su/uploads/files/default/lych-comp-sim.pdf>
7. Kononov, D.A., Kosyachenko, S.A. (2009) "Scenario analysis of the dynamic behavior of the socio-economic systems", available at: <http://www.econ.asu.ru/old/sborn/finmath2001/pdf/1.pdf>
8. Kulba, V.V., Kononov, D.A., Kosyachenko, S.A., Shubin, A.N. (2004) *Methods of formation scenarios of socio-economic systems*, Russian Academy of Science, Moscow: SINTEG.
9. Klebanova, T.S., Bogonikolos, N.D. (2006), *Modeling financial flows of the company in the face of uncertainty*, Kharkov, PH "INZHEK".
10. Klebanova, T.S., Yastrebova, A.S. (2009), *Simulation tax burden enterprise in a transforming economy*, Kharkov, PH "INZHEK".
11. Yastrebova, A.S., Nikiforova, O.V., Chagovets, L.A. (2012) "Simulation of the alignment of regional development imbalances systems using tax instruments", *Problems of economic*, Vol. 2, pp. 58 - 62.
12. Ponomarenko, V.S., Klebanova, T.S., Kizima, N.A. (2011), *Current approaches to modeling complex socio-economic systems*, Kharkov, PH "INZHEK".
13. Klebanova, T.S., Kizima, N.A. (2011), *Valuation models are uneven and cyclical dynamics of the territories*, Kharkov, PH "INZHEK".
14. Klebanova, T.S., Guryanova, L.S., Sergienko, E.A. (2009), *Model differentiation competitive position of regions*, Kharkov, PH "INZHEK".

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ПОРТФЕЛЮ ЦІННИХ ПАПЕРІВ ЗА НОРМОЮ ТРЕЙНОРА**

**Актуальність теми.** При управлінні портфелеми цінних паперів дуже часто виникають задачі збільшити альфу портфелю чи отримати максимальну дохідність при заданому рівні систематичного ризику. Одним з основних положень сучасної портфельної теорії є те, що ринок компенсує інвестора лише за прийнятий ним систематичний ризик. Відповідно, отримання найкращої дохідності з одиниці такого ризику є метою багатьох інвестиційних менеджерів, і розвиток відповідних моделей та математичних методів є актуальною задачею сучасної науки.

**Аналіз останніх досліджень.** Оптимізація портфелю цінних паперів досліджується у фундаментальних працях таких вчених, як Марковиць, Шарп, Мертон, Трейнор, Блек, Літтерман, Ролл, Джоріон. Більшість дослідників концентрували свою увагу на оптимізації портфелю за співвідношенням дохідності та повного ризику або на оптимізації портфелю за похибкою стеження. Велику практичну цінність представляють ті розробки, які дозволяють накладати обмеження на вагу активів, тому що в іншому випадку аналітичні розв'язки можуть призводити до нездійснених на практиці портфелів з дуже великими довгими та короткими позиціями. Класичний квадратичний алгоритм розв'язку задачі Марковиця, який дозволяє враховувати обмеження на вагу активів, розроблений Шарпом [1]. Іншою важливою розробкою є модель Блека-Літтермана [2], яка розвиває концепцію повного ризику та додає суб'єктивні очікування інвестора до множини вхідних параметрів.

Але, як було вказано вище, інвестори компенсуються за прийнятий ними рівень не повного, а систематичного ризику. Для оцінки успішності управління портфелем у цьому разі використовуються такі показники, як бета, альфа та норма Трейнора [3, 814]. Одна з моделей, які дозволяють закладати очікування інвестора щодо альфи окремих активів як вхідний параметр в оптимізаційний алгоритм, є модель Трейнора-Блека [4]. Ця модель відповідає полуактивній стратегії управління портфелем. Але, незважаючи на використання альфи, тобто врахування рівня систематичного ризику, цільова функція моделі Трейнора-Блека — це норма Шарпа, а не норма Трейнора. Власне, оптимізація портфелю за останнім показником, яка відповідає активній стратегії, не була у фокусі основної маси досліджень.

**Мета та завдання дослідження.** Метою цього дослідження є розробка інструментарію оптимізації портфелю цінних паперів за співвідношенням дохідності та рівня систематичного ризику. Завдання дослідження: 1) розробити алгоритм оптимізації по нормі Трейнора, 2) виявити властивості моделі та алгоритмі оптимізації, 3) визначити відношення оптимального за нормою Трейнора портфелю та ефективної границі Марковиця,

4) порівняти оптимальний за нормою Трейнора та оптимальний за нормою Шарпа портфелі.

#### Модель оптимізації за нормою Трейнора.

Портфельні менеджери з Уолл-стріт мають таке прислів'я: «Keep your betas low and your alphas high», тобто держіть у портфелі активи з великими альфами та низькими бетами. Покажемо, що цей критерій є еквівалентним нормі Трейнора, якщо альфу розраховувати як надлишкову дохідність понад очікувану дохідністю за моделлю CAPM:

$$\frac{\alpha_p}{\beta_p} = \frac{r_p - E(r_p)}{\beta_p} = \frac{r_p - r_f - \beta_p(r_m - r_f)}{\beta_p} = \frac{r_p - r_f}{\beta_p} - (r_m - r_f),$$

де  $\alpha_p, \beta_p$  — відповідно альфа та бета портфелю,  $r_f$  — безризикова процентна ставка,  $r_m$  — дохідність ринкового портфелю. Оскільки  $(r_m - r_f)$  є значенням, що не залежить від портфелю, то співвідношення  $\alpha_p/\beta_p$  буде визначатися саме нормою Трейнора.

Оптимізація портфелю цінних паперів за нормою Трейнора полягає у знаходженні таких значень ваги активів  $w_1, w_2, \dots, w_n$ , які максимізують цільову функцію:

$$f_{Tr}(w_1, \dots, w_n) = \frac{r_p - r_f}{\beta_p} = \frac{\sum_{i=1}^n r_i w_i - r_f}{\sum_{i=1}^n \beta_i w_i} \rightarrow \max, \quad (1)$$

де  $r_i$  — дохідність  $i$ -го активу (очікувана дохідність в ex-ante моделі);  $r_p$  — дохідність портфелю;  $\beta_i$  — бета-коефіцієнт  $i$ -го активу;  $\beta_p$  — бета-коефіцієнт портфелю;  $r_f$  — безризикова процентна ставка;  $w_i$  — вага  $i$ -го активу у портфелі, за наявності обмежень

$$\sum_i w_i = 1, \quad (2)$$

$$w_i^{\min} \leq w_i \leq w_i^{\max}, \quad i = \overline{1, n}. \quad (3)$$

Ця задача є задачею нелінійного програмування, а її розв'язок у загальному випадку є досить складним. Але можна зауважити, що норма Трейнора є концептуально подібною до норми Шарпа, а для оптимізації портфелю за цією нормою було розроблено квадратичний алгоритм [5], що базується на оригінальному алгоритмі Шарпа. У даній статті пропонується модифікація цього алгоритму, яка дозволяє проводити оптимізацію за нормою Трейнора.

Важливою особливістю алгоритму оптимізації за нормою Шарпа є використання на кожній ітерації функції маржинальної корисності, яка є частковою похідною цільової функції за вагою  $i$ -го активу. Відповідна часткова похідна норми Трейнора такий вигляд:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial w_i} \left( \frac{r_p - r_f}{\beta_p} \right) &= \frac{1}{\beta_p} \frac{\partial r_p}{\partial w_i} + (r_p - r_f) \frac{\partial}{\partial w_i} (\beta_p)^{-1} = \frac{1}{\beta_p} \frac{\partial r_p}{\partial w_i} - \frac{r_p - r_f}{\beta_p^2} \frac{\partial \beta_p}{\partial w_i} = \\ &= \frac{r_i}{\beta_p} - \frac{r_p - r_f}{\beta_p^2} \beta_i = \frac{1}{\beta_p} \left( r_i - \frac{r_p - r_f}{\beta_p} \beta_i \right). \end{aligned}$$

Оскільки для в алгоритмі оптимізації ми лише порівнюємо маржинальні корисності активів, то спільним множником масштабу можна знехтувати, тому при оптимізації за нормою Трейнора можна використовувати таку функцію маржинальної корисності:

$$MU_i = r_i - \frac{r_p - r_f}{\beta_p} \beta_i. \quad (4)$$

При такій модифікації алгоритму він не потребує знання коваріаційної матриці, тому оптимальний шаг зміни ваги активів буде визначатися лише обмеженнями на максимальну та мінімальну вагу активів, які додаються чи забираються з портфелю.

**Алгоритм оптимізації за нормою Трейнора.**

Алгоритм оптимізації за нормою Трейнора має такі вхідні параметри:

$w^{(0)} = \{w_i^{(0)}\}, i = \overline{1, n}$  — початковий розв'язок, що задовольняє умовам (2)-(3);

$r = \{r_i\}$  — вектор очікуваних дохідностей;

$B = \{\beta_i\}$  — вектор бета-коефіцієнтів;

$r_f$  — безризикова ставка відсотка;

$\{w_i^{\min}\}, \{w_i^{\max}\}, i = \overline{1, n}$  — нижня та верхня границя ваги окремих активів у (3).

Алгоритм має кінцеву кількість ітерацій  $k = 0, 1, 2, \dots$ , кожна з яких складається з наступних кроків:

Розраховується очікувана дохідність та бета портфелю виходячи з поточних значень вагових коефіцієнтів.

Розраховуються маржинальні корисності активів за формулою (4).

Обираються два активи, ваги яких змінюються. При цьому збільшується вага активу з найбільшою маржинальною корисністю, вагу якого ми можемо збільшити у портфелі, та зменшується вага активу з найменшою маржинальною корисністю, вагу якого ми можемо зменшити у портфелі. Якщо один з цих активів неможливо визначити, то алгоритм припиняється.:

$$i_{add} : MU_{i_{add}} = \max_i \{MU_i \mid w_i^{(k)} < w_i^{\max}\},$$

$$i_{sub} : MU_{i_{sub}} = \min_i \{MU_i \mid w_i^{(k)} > w_i^{\min}\}.$$

Розраховується ефект від зміни ваг активів:

$$\Delta MU = MU_{i_{add}} - MU_{i_{sub}}$$

Якщо величина ефекту менша за поріг оптимізації, алгоритм припиняється.

Розраховується оптимальний можливий розмір зміни ваги двох активів:

$$\Delta w = \min \{w_{i_{add}}^{\max} - w_{i_{add}}^{(k)}, w_{i_{sub}}^{(k)} - w_{i_{sub}}^{\min}\}$$

Розраховуються нові ваги активів у портфелі, після чого переходимо на наступну ітерацію:

$$w_i^{(k+1)} = \begin{cases} w_i^{(k)} + \Delta w, & i = i_{add}, \\ w_i^{(k)} - \Delta w, & i = i_{sub}, \\ w_i^{(k)}, & \text{у іншому випадку.} \end{cases}$$

Запропонований алгоритм дуже простий у реалізації та відрізняється від алгоритму Шарпа лише іншою формулою для підрахунку маржинальної корисності (кроки 1–2) та має дещо інше значення розміру зміни ваги активів на кроці 6.

Важливою особливістю цього алгоритму є те, що він не використовує коваріаційну матрицю. На відміну від алгоритму Шарпа, функція маржинальної корисності тут не залежить від ваги інших активів, тобто від квадратичного характеру алгоритму ми перейшли до лінійного. Якщо це дійсно так, то ті результати, які повинен давати алгоритм, мають бути подібними до результатів симплекс-методу, тобто оптимальні рішення повинні знаходитися у кутах опуклого багатогранника. Перевіримо це на оптимізації реальних портфелів.

**Оптимальні за нормою Трейнора портфелі.**

Для перевірки розробленого алгоритму розрахуємо оптимальні за нормою Трейнора портфелі з компонентів індексу Standard & Poor's 100 (S&P 100) по ціновим даним за

2011 рік. Джерело використаних даних — Yahoo Finance, при цьому використані ціни активів, скореговані на корпоративні події (виплату дивідендів, розділення акцій). У якості вектора  $r = \{r_i\}$  візьмемо вектор фактичних річних дохідностей (оскільки дохідності за 2011 рік відомі, немає потреби використовувати математичне очікування), значення бета-коефіцієнтів розраховані за допомогою лінійної регресії відносно дохідності індексу S&P 500. Безризикова річна ставка відсотку станом на 31 грудня 2010 року становила 0.29%. Оптимальні за нормою Трейнора портфелі, які були знайдені запропонованим вище алгоритмом, для різних значень максимальної ваги окремого активу у портфелі, наведені у табл 1.

Таблиця 1

Оптимальні за нормою Трейнора портфелі з компонентів S&P 100

Макс. вага активу, $w_{max}$	5%	10%	20%	30%	100%
Оптимальний портфель	5% AAPL 5% ABT 5% AEP 5% AMGN 5% BMY 5% CL 5% COST 5% HNZ 5% IBM 5% KFT 5% LMT 5% MA 5% MCD 5% MO 5% PFE 5% PM 5% SO 5% UNH 5% VZ 5% WMT	10% ABT 10% BMY 10% CL 10% KFT 10% MA 10% MCD 10% MO 10% PM 10% SO 10% UNH	20% BMY 20% MCD 20% MO 20% PM 20% SO	30% BMY 30% MCD 10% PM 30% SO	100% SO
Дохідність, $gr$	27.11%	33.99%	33.69%	34.28%	26.93%
Стандартне відхилення, $sr$	15.73%	16.18%	13.94%	13.68%	13.08%
Бета, $\beta_r$	0.6347	0.6305	0.5065	0.4907	0.3538
Норма Трейнора	0.4226	0.5345	0.6594	0.6927	0.7530

Оптимальність наведених у табл 1 портфелі була також перевірена за допомогою алгоритму нелінійної оптимізації GRG2 (Generalized Reduced Gradient), який застосовується у Microsoft Excel Solver. Обидва алгоритми видають той же самий оптимальний розв'язок в усіх випадках, але нелінійний алгоритм GRG2 потребує близько 130-160 ітерацій для пошуку оптимального розв'язку при початковому розв'язку  $w_i^{(0)} = 1/n, i = \overline{1, n}$ , тоді



як розроблений алгоритм потребує лише 98-99 ітерацій при такому ж самому початковому розв'язку.

Структура оптимальних портфелів вказує на те, що вони знаходяться у кутах опуклого багатограннику, який у площині дохідність-бета відповідає обмеженням (2)–(3). Це відповідає теоретичному висновку, який було зроблено виходячи з вигляду формули маржинальної корисності (4). Фактично, модель оптимізації по нормі Трейнора можна звести до лінійної моделі, для розв'язку якої застосовний симплекс-метод, але як саме це зробити досі залишається невідомим.

**Співвідношення оптимальних за нормами Трейнора та Шарпа портфелів та ефективної границі.**

Співвідношення оптимального за нормою Трейнора портфелю (Т) з ефективною границею Марковиця та оптимальним за нормою Шарпа портфелем (S) для різних значень максимальної ваги окремого активу у портфелі показано на рис 1. З рис 1 можна зробити висновок про те, що у диверсифікованих портфелях ( $w_{max} \ll 1$ ) оптимальний за нормою Трейнора портфель є ефективним по Марковицю. Лише у випадку недиверсифікованого портфелю, у якому фактично був лише один актив, оптимальний за нормою Трейнора портфель не є ефективним та лежить всередині границі, тому що жоден окремих актив, за винятком активу з максимальною дохідністю, не лежить на границі. Те ж саме, ймовірно, буде виконуватися й для портфелю з двох активів, тобто у випадку  $w_{max} \geq 0.5$ . Але те, що у інших випадках оптимальний за нормою Трейнора портфель є оптимальним, є дуже важливим фактом, оскільки його знаходження є значно швидшим за знаходження ефективного портфелю (тому що не потребує знання коваріаційної матриці).

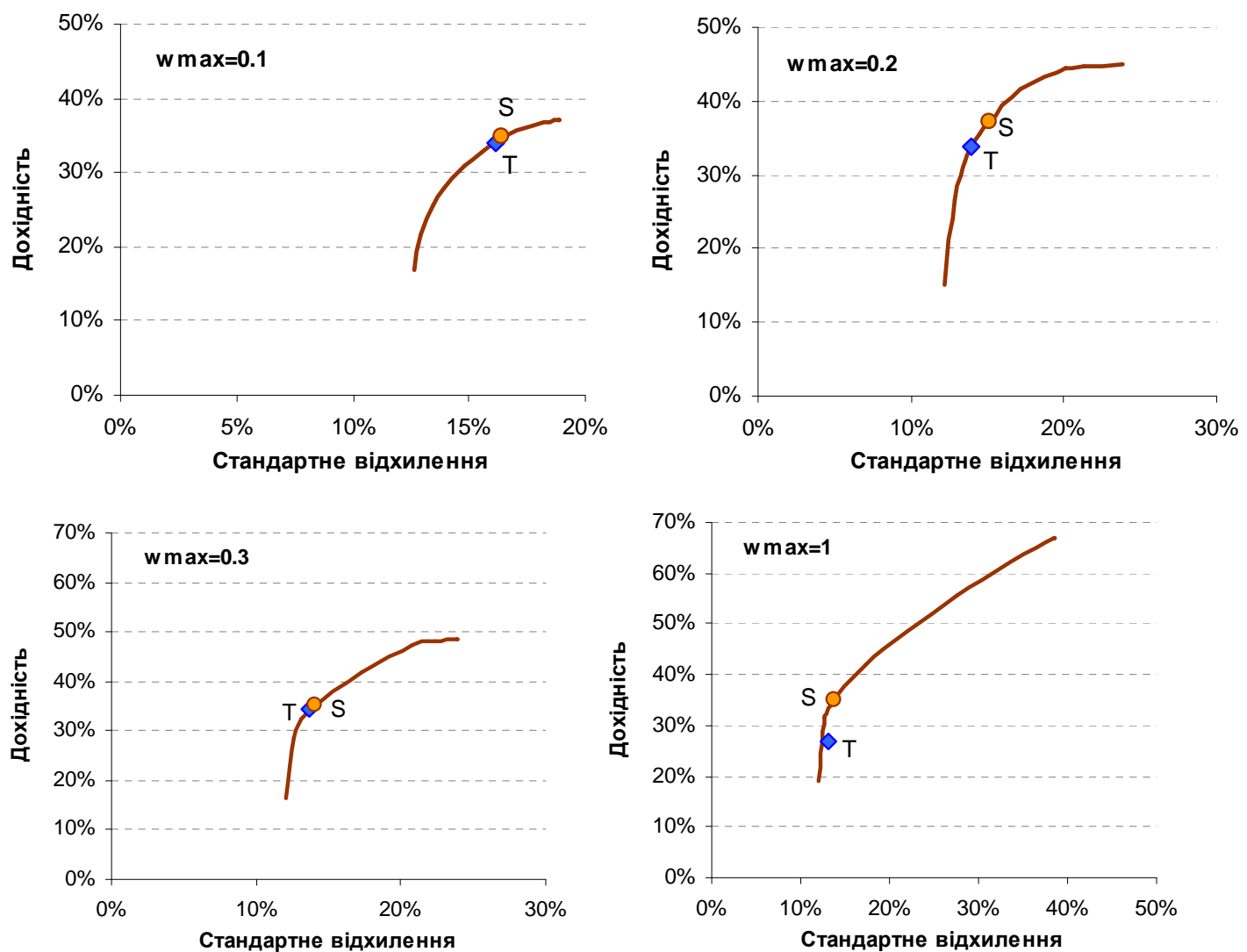


Рис 1. Ефективна границя Марковиця та оптимальні портфелі

Також цікавим є факт того, що в усіх випадках оптимальний за нормою Трейнора портфель був менш дохідним та ризикованим, аніж оптимальний за нормою Шарпа портфель. Поясненням цього може бути те, що норма Трейнора дає винагороду за рівень систематичного ризику, тоді як норма Шарпа — за рівень повного ризику, тобто в останньому випадку портфель може мати більше несистематичного ризику. Але для добре диверсифікованих портфелів, у яких  $w_{max} \leq 0.1$ , різниця між портфелюми, оптимальними за нормою Трейнора та за нормою Шарпа, стає несуттєвою. Цей факт відповідає сучасній портфельній теорії — при збільшенні кількості активів у портфелі завдяки диверсифікації рівень несистематичного ризику зменшується.

Крім ефективної границі Марковиця можна також розглянути ефективну границю портфелів у площині дохідність — рівень систематичного ризику (бета). По аналогії з попередньою, ця границя містить усі портфелі з максимально можливою дохідністю при заданому значенні бети. Для побудови такої границі можна використати або симплекс-метод, або квадратичний алгоритм. Побудована у просторі дохідність-бета ефективна границя, оптимальний за нормою Трейнора портфель (Т) та оптимальний за нормою Шарпа портфель (S) показані на рис 2.

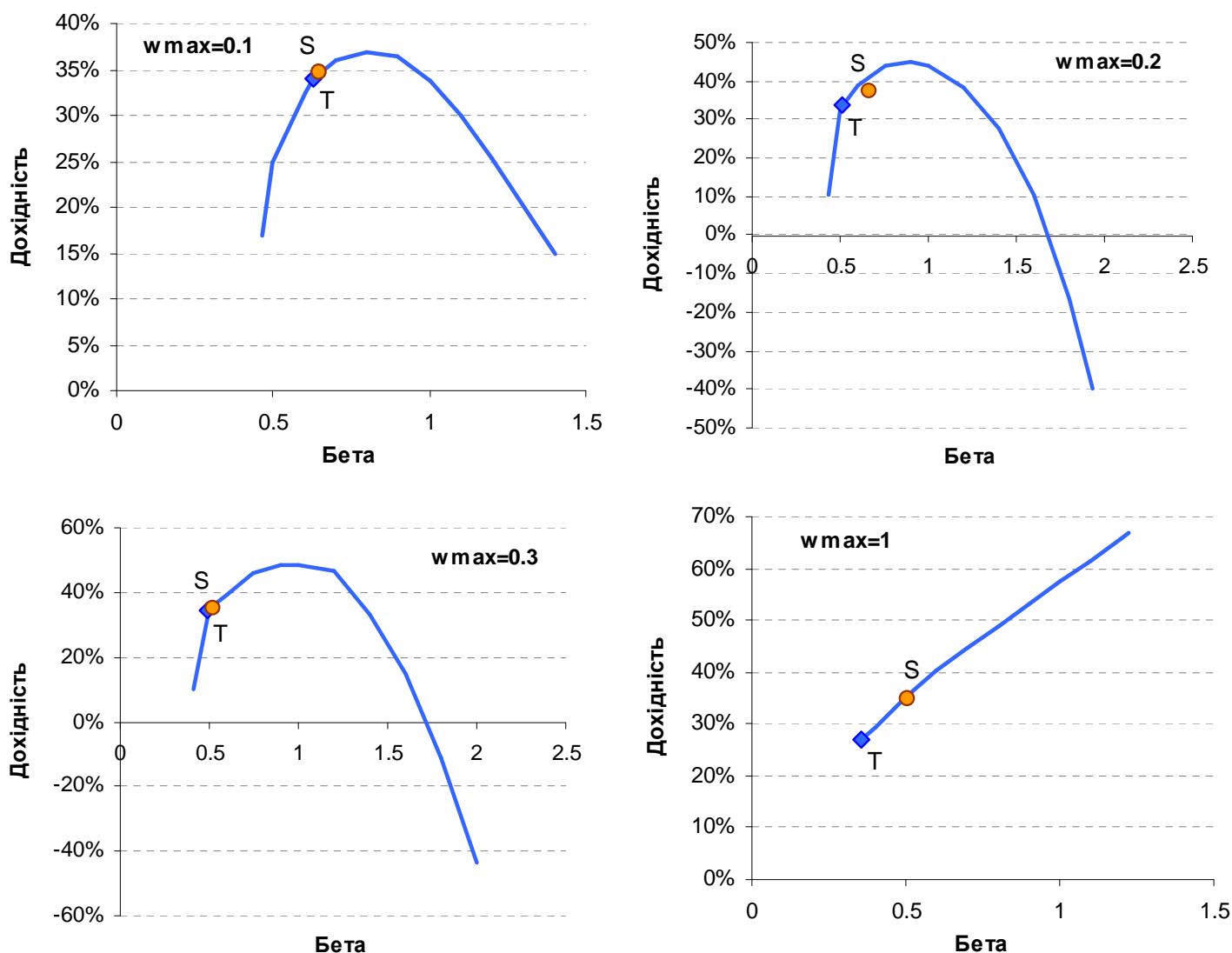


Рис 2. Ефективна границя у просторі дохідність-бета та оптимальні портфелі

Як можна побачити з рис 2, ефективна границя є частиною опуклого багатогранника, який відповідає обмеженням (2)–(3), при чому при збільшенні  $w_{max}$  з 0.1 до 1 кількість граней зменшується. Оптимальний за нормою Трейнора портфель знаходиться в

одному з кутів цього багатогранника. Оптимальний за нормою Шарпа портфель у більшості випадків лежить на ефективній границі, але для значення  $w_{\max} = 0.2$  це не відбувається.

**Висновки.** У статті запропонована модель оптимізації портфелю за нормою Трейнора при наявності обмежень на вагу активів та розроблено відповідний алгоритм. Хоча задача по суті є нелінійною, показано, як можна її розв'язати за допомогою алгоритму Шарпа з деякими модифікаціями. Це призвело до цікавого наслідку — оптимальний по нормі Трейнора портфель повинен завжди знаходитися у куті опуклого багатогранника, який відповідає обмеженням на вагу активів, тобто задачу може бути зведена до лінійної оптимізації, хоча як само це зробити залишається невідомим.

Перевірка роботи алгоритму на прикладі створення оптимальних за нормою Трейнора портфелів з компонентів індексу S&P 100 у 2011 році показує, що алгоритм працює правильно, усі його результати співпадають з результатами еталонного алгоритму нелінійної оптимізації. Більше того, результуючі портфелі дійсно знаходяться у кутах опуклого багатогранника.

Оптимальний за нормою Трейнора портфель лежить на ефективній границі Марковиця або знаходиться біля неї та є зазвичай близьким по параметрам до оптимального за нормою Шарпа портфелю. Відмінності між цими двома портфелями стають дуже незначними при збільшенні кількості активів у портфелі. Це, як і передбачає сучасна портфельна теорія, відбувається завдяки зменшенню несистематичного ризику портфелю. Таким чином, розроблений алгоритм дозволяє знаходити ефективний або майже ефективний портфель, близький за параметрами до оптимального за нормою Шарпа портфелю, але не потребує знання коваріаційної матриці.

## Література

- |  |   |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sharpe W. F. An Algorithm for Portfolio Improvement / William F. Sharpe // <i>Advances in Mathematical Programming and Financial Planning</i> / K. D. Lawrence, J.B. Guerard, Jr, and Gary D. Reeves (editors). — JAI Press, Inc., 1987. — P. 155–170.</li> <li>2. Black F. Global Portfolio Optimization / F. Black, R. Litterman // <i>Financial Analysts Journal</i>. — September 1992. — P. 28–43.</li> <li>3. Treynor J. L. How to Use Security Analysis to Improve Portfolio Selection / Jack L. Treynor, Fischer Black // <i>Journal of Business</i>. — January, 1973. — P. 66–88.</li> <li>4. Bodie Z. <i>Investments</i> / Zvi Bodie, Alex Kane, Alan J. Marcus. — McGraw–Hill/Irwin, 2001. — 1015 p.</li> <li>5. Хохлов В. Ю. Алгоритм оптимізації портфелю за нормою Шарпа / В. Ю. Хохлов // <i>Моделювання та інформаційні системи в економіці</i> : зб. наук. праць. — К. : КНЕУ, 2011. — Вип. 85. — С. 200–217.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sharpe, W.F. (1987), <i>An Algorithm for Portfolio Improvement</i>, JAI Press, Inc., pp. 155–170.</li> <li>2. Black, F., Litterman, F. (1992), “<i>Global Portfolio Optimization</i>”, <i>Financial Analysts Journal</i>, pp. 28–43.</li> <li>3. Treynor, J.L., Black, F. (1973), “<i>How to Use Security Analysis to Improve Portfolio Selection</i>”, <i>Journal of Business</i>, pp. 66–88.</li> <li>4. Bodie, Z., Kane, A., Marcus A.J. (2001), <i>Investments</i>, McGraw–Hill/Irwin.</li> <li>5. Khokhlov, V.U. (2011), <i>Portfolio optimization algorithm for norm Sharpe</i>, <i>Modelling and Information Systems in the economy: Coll. Science works</i>, Kyiv: Kyiv National Economic University, pp. 200–217.</li> </ol> |
|--|---|

---

## МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ЕКОНОМІЧНОЇ ДИНАМІКИ, СТІЙКОСТІ Й РІВНОВАГИ

Модели и методы экономической динамики, устойчивости и равновесия  
Models and methods of economic dynamics, stability and equilibrium

---

УДК 330.45:658.589

*О. Г. Яковенко*

*д-р техн. наук, професор*

*Ю. В. Шерстенников*

*канд. фіз.-мат. наук, доцент*

*Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара*

### МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА В УМОВАХ МОНОПОЛІСТИЧНОЇ КОНКУРЕНЦІЇ

**Постановка проблеми.** Однією із ключових проблем ринкової економіки є проблема конкурентної взаємодії суб'єктів ринку. Більшість ринків являють собою поєднання у різних пропорціях конкуренції і монополії. Такі ринки позначають поняттями "монополістична конкуренція" та "олігополія". Найважливішим завданням менеджменту будь-якого підприємства є розробка стратегії економічної діяльності підприємства (фірми) в умовах конкурентного ринку. Проблема урахування ринкової кон'юнктури й можливих дій конкурентів приводить до завдань, що містять велике число різних взаємозалежних факторів, а це, у свою чергу, означає, що для адекватних дій підприємства як у короткостроковому, так й у довгостроковому періодах, необхідно мати надійні методики планування поточних і стратегічних дій.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженню різних аспектів ринкової конкуренції присвячена велика кількість наукових публікацій [1, 3-7, 9-12]. У цих роботах досліджені різні аспекти конкурентно-коопераційних взаємодій у соціально-економічних системах. Так в [1, 3, 4] досліджуються статичні моделі монопольного, олігопольного ринків і ринку досконалої конкуренції. Ці моделі враховують різні виробничі фактори й технології виробництва. Недоліком цих моделей є їх стаціонарність.

У роботах [5, 7] розглянуто динамічні моделі недосконалої та дуопольно-дуопсонієвої конкуренції. Детально досліджена конкурентна взаємодія в соціально-економічних системах у працях [6, 9-12]. У зазначених роботах проглядається тенденція створення універсальних моделей, які надають можливість моделювати процеси взаємодії в кластерах як з конкурентними, так і з коопераційними взаємовідносинами, у тому числі, й з парними конкурентно-коопераційними взаємодіями. Вирішуються завдання визначення оптимальної поведінки фірм на конкурентних ринках.

**Невирішені частини проблеми.** Мало дослідженим питанням конкурентної поведінки фірми є взаємозв'язок між поточними економічними характеристиками фірми (підприємства) і поточною ринковою кон'юнктурою, що склалася в даний період часу. Оцінка можливості адаптації підприємства до ринкових обмежень у більшості випадків виявляється визначальною за розробки стратегії розвитку підприємства в ринкових умовах. Вибір стратегії або варіантів розвитку підприємства в ринкових умовах вимагає більш детального, ніж це прийнято у сучасних дослідженнях, опису роботи самого підприємства.

**Метою статті** є побудова й дослідження моделі роботи підприємства в умовах монополістичної конкуренції, дослідження ринкової рівноваги як результату взаємодії ендो-

генних й екзогенних параметрів моделі та дослідження динаміки розвитку підприємства в умовах монополістичної конкуренції.

**Власні дослідження.** Монополістична конкуренція – це ринкова структура, в якій поєднуються риси досконалої конкуренції та чистої монополії. У широкому розумінні обидва види реальних ринкових структур можна аналізувати в межах монополістичної конкуренції, оскільки вона поєднує в собі характеристики та механізми обох ідеальних структур ринку. Реальні ринкові структури відрізняються від них тільки рівнем конкуренції.

В цій роботі ми будемо досліджувати економічну діяльність підприємства, застосовуючи підхід, який є придатним як для довгострокового, так і для короткострокового періодів. При цьому будемо мати на увазі, що монополістична конкуренція має деякі характеристики, які зближують її з досконалою конкуренцією: на цьому ринку велика кількість виробників продає свій товар великій кількості споживачів; кожна фірма контролює на ринку порівняно невелику, проте не нескінченно малу його частку; виробники диференційованого продукту є відносно самостійними, оскільки на ринку їх є дуже багато, і це виключає значну взаємозалежність між ними.

Розглянемо таку задачу. Монопродуктове підприємство реалізує свою продукцію на ринку з монополістичною конкуренцією. Основні виробничі фонди (далі – ОВФ) підприємства протягом тривалого часу є фіксованими й рівні  $K_0$ . При цьому маркетингові дослідження показують, що обсяг виробництва підприємства не відповідає потребам ринку. У деякий момент часу ( $t_0 = 0$ ) підприємство вирішує наростити виробничі фонди з метою максимізації прибутку. Нарощування ОВФ вирішено виконати за рахунок власних ресурсів за реінвестиційним механізмом. Необхідно скласти економічно обґрунтовану програму розвитку підприємства на найближчі 8 років.

Модель виробничої діяльності підприємства будемо відповідно широко розповсюдженого і загально прийнятого підходу Дж. Форрестера [15]. Приймаємо таку модель виробничої діяльності підприємства.

1. Вважаємо, що між темпом потоку продажів  $r_i$  (одиниці в тиждень) в  $i$ -ому періоді і темпом виробництва  $X_i$  має місце часовий лаг в один період:

$$r_{i+1} = X_i. \quad (1)$$

Співвідношення (1) означає, що товар, вироблений в  $i$ -ому періоді, буде реалізований в  $i+1$ -ому періоді.

2. Для зберігання  $X_i$  одиниць товару, що створено в  $i$ -ому періоді знадобиться  $R_{i+1}$  одиниць площі складських приміщень в  $i+1$ -ому періоді:

$$R_{i+1} = X_i/g, \quad (2)$$

де  $g$  – кількість одиниць товару складських приміщень, що припадають на одиницю площі.

3. Темп виробництва продукції  $X_{i+1}$  в  $i+1$ -ому періоді визначається виробничою потужністю, тобто основними виробничими фондами  $K_i$ , створеними до кінця  $i$ -го періоду [14]:

$$X_{i+1} = f \cdot K_i, \quad (3)$$

де  $f$  – фондоддача з розмірністю грн.

4. Відповідно до загальної ідеології ринкової рівноваги на ринках монополістичної конкуренції вважаємо, що ціна одиниці товару  $p_i$  є спадною функцією, що залежить від темпу потоку продажів  $r_i$ . Будемо використовувати лінійну залежність:

$$p_{i+1} = p_0 - p_1 \cdot r_i. \quad (4)$$

Зауважимо, що підприємство-виробник на ринку монополістичної конкуренції має певну свободу щодо встановлення ціни на свій товар. Тому коефіцієнт  $p_1$  визначає вплив підприємства на ціну товару [1].

5. Дослідження змінних витрат у мікроекономіці приводить до висновку [8], що на більшій частині освоєння виробничих потужностей змінні витрати зростають як лінійна функція; у діапазоні від нуля до 10-15 % виробничих потужностей зростання змінних витрат точніше моделює поліном третього степеня, що росте повільніше, ніж лінійна функція. При перевищенні підприємством 90-95 % виробничих потужностей зростання змінних витрат також може бути описано поліномом третього степеня, що росте швидше, ніж лінійна функція. Оберемо функцію змінних витрат у вигляді:

$$Zp_{i+1} = C \cdot X_i, \quad (5)$$

де  $C$  – собівартість продукції.

З огляду на рівняння (1) бачимо, що в нашій моделі змінні витрати є лінійною функцією від темпу продажів (збуту).

6. Модель монополістичної конкуренції повинна мати, принаймні, дві точки беззбитковості [8]. Таку модель можна одержати трьома способами:

при моделюванні динаміки змінних (отже, і загальних) витрат лінійною функцією, моделювати доход поліномом другого степеня з негативним коефіцієнтом у значення випуску в другому степені (квадратичною параболою з гілками, спрямованими вниз);

при моделюванні доходу (обороту) лінійною функцією, моделювати змінні (і загальні) витрати поліноміальною функцією третього степеня (кубічною параболою);

моделювати доход поліномом другого степеня з негативним коефіцієнтом у значенні випуску в другому степені (квадратичною параболою з гілками, спрямованими вниз), а змінні (і загальні) витрати – поліноміальною функцією третього степеня (кубічною параболою).

Будемо моделювати доход поліномом другого степеня з негативним коефіцієнтом при другому степені темпу продажів:

$$D_i = p_i r_i. \quad (6)$$

7. Постійні витрати розраховуємо так [13]:

$$Zc_i = \mu \cdot K_i + Z_i, \quad (7)$$

де  $\mu$  – норма амортизації;

$Z_i$  – інші постійні витрати, крім витрат на амортизацію, включаючи й витрати на утримання складських приміщень:

$$Z_i = z_0 + z_1 \cdot R_i.$$

Загальні витрати визначаються як сума змінних і постійних витрат:

$$TotZ_i = Zp_i + Zc_i.$$

8. Обрано такий вираз для визначення чистого прибутку підприємства [14]:

$$M_{i+1} = \frac{1}{1+\tau} [D_i - Zp_i - Zc_i], \quad (8)$$

де  $\tau$  – ставка податку на прибуток.

9. Динаміка основних виробничих фондів  $K_i$  визначається рівнянням [2]:

$$K_{i+1} = K_i + s_i M_i, \quad (9)$$

де  $s_i$  – параметр реінвестування в  $i$ -ому періоді.

10. Динаміка фонду нагромадження підприємства визначається за формулою [14]:

$$F_{i+1} = F_i + (1 - s_i)M_i. \quad (10)$$

Розрахунки за моделлю (1)–(10) виконувалися для часового проміжку 8 років. Математична програма розрахунків складена в середовищі Mathcad. За одиницю часу приймаємо 1 місяць. Тоді часовий інтервал розрахунків складе  $T = 96$  (горизонт планування).

За грошову одиницю прийняте середнє значення вартості одиниці товару –  $\bar{p}_i = 1$ . У цих одиницях у рівняннях (1)–(10) можуть бути обрані такі значення параметрів, характерні для промислових підприємств:

$$K_0 = 70, p_0 = 1,95, p_1 = 0,025, \mu = 0,02, z_0 = 2, z_1 = 4, \tau = 0,25, c = 0,5, f = 0,14. \quad (11)$$

Нашим завданням є дослідження динаміки розвитку й визначення умов, за яких підприємство максимізує свій фонд нагромадження. Для нарощування виробничих потужностей менеджери підприємства ухвалюють рішення щодо виділення половини прибутку на збільшення ОВФ. Це означає, що в рівнянні (9) параметр  $s_i$  обирається рівним 0,5.

На рис 1 показана розрахована відповідно до моделі (1)–(10) динаміка розвитку ОВФ підприємства  $K_i$  в часі ( $i$  – номер місяця), що є наслідком застосування реінвестиційного механізму розвитку. Там же показана динаміка фонду нагромадження  $F_i$ .

Внаслідок збільшення ОВФ зростає також і темп продажів  $r_i$ . Розраховану часову залежність темпу продажів  $r_i$  відображено на рис 2. Розрахунки показують, що із часом зростання основних економічних показників також, як і зростання темпу продажів припиняється й вони стабілізуються на деякому рівні. Причина цієї стабілізації буде розглянута нижче.

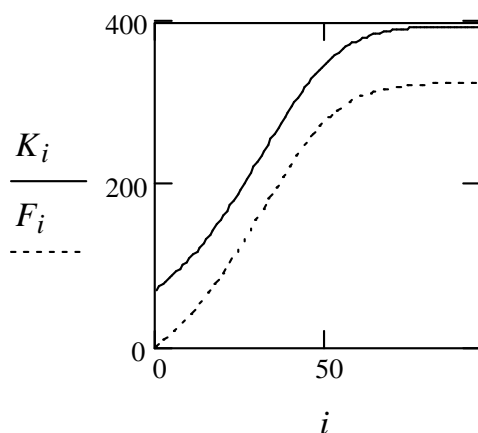


Рис 1. Динаміка основних економічних показників

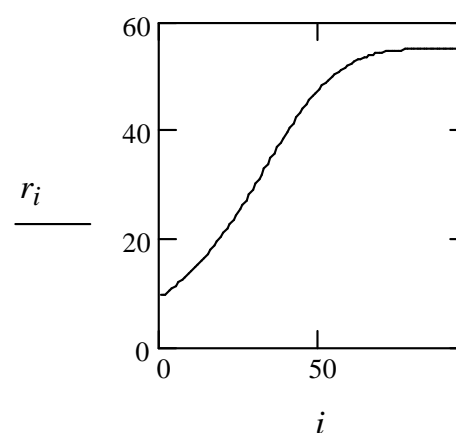


Рис 2. Залежність темпу продажів  $r_i$  від часу

На рис 3 показана залежність ціни  $p_i$  від темпу продажів  $r_i$ . Рис 3 наведений, насамперед, для того, щоб разом з рис 2 зробити більш наочною розрахункову залежність ціни від часу, що показана на рис 4.

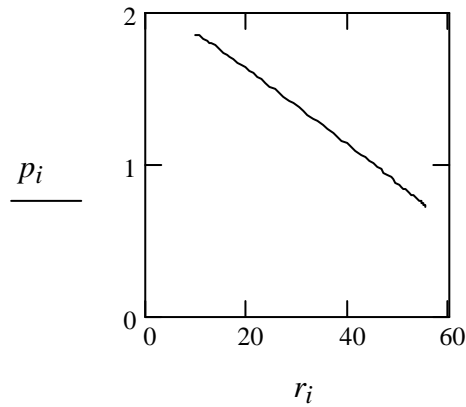


Рис 3. Залежність ціни  $p_i$  від темпу продажів  $r_i$

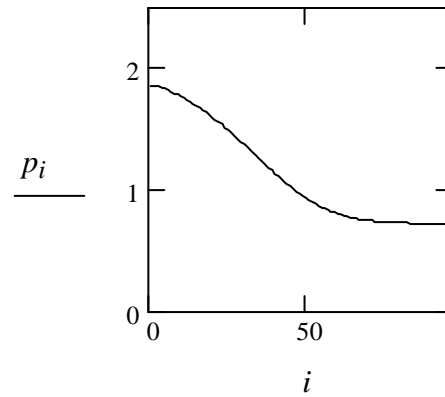


Рис 4. Залежність ціни  $p_i$  від часу

З рис 4 видно, що оптимальна ринкова ціна продукції спочатку (коли виробничі потужності починають зростати) спадає, а потім стабілізується на рівні 0,72.

На рис 5 відображено часові залежності доходу  $D_i$ , повних витрат  $TotZ_i$  і прибутку  $M_i$  від часу. Розрахунки показують (рис 5), що максимальне значення прибутку досягається при  $i = 31$  й становить  $M_{31} = 13,91$ . Це означає, що при  $i > 31$  (тобто при  $t > 31$  місяця) кошти, що виділяються на реінвестування, швидко зменшуються, тобто сповільнюється зростання ОВФ (рис 1).

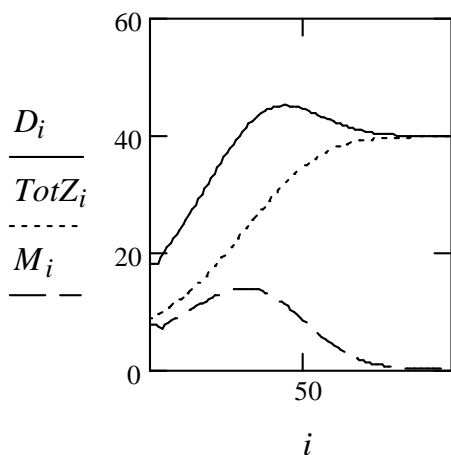


Рис 5. Динаміка економічних показників

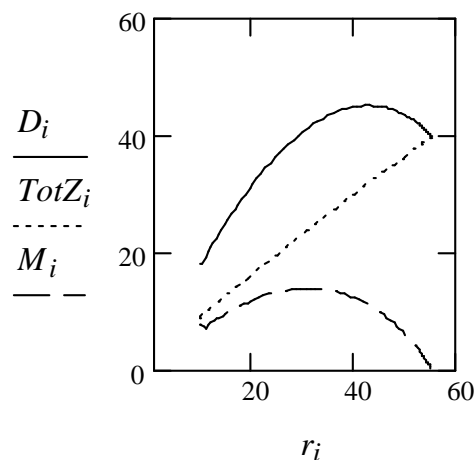


Рис 6. Залежність економічних показників від темпу продажів  $r_i$

На рис 6 подано залежність тих самих показників від темпу продажів  $r_i$ . Максимуму прибутку  $M_i$  відповідає максимум темпу продажів  $r_i$ . Загальний висновок, який можна зробити з рис 5 та рис 6 полягає в тому, що реінвестування варто припинити в періоді  $i = 31$ .

У випадку, коли підприємство припиняє реінвестування в періоді  $i = 31$ , динаміка темпу продажів і залежності ціни від часу буде представлена залежностями, що подані на рис 7 та рис 8, відповідно.



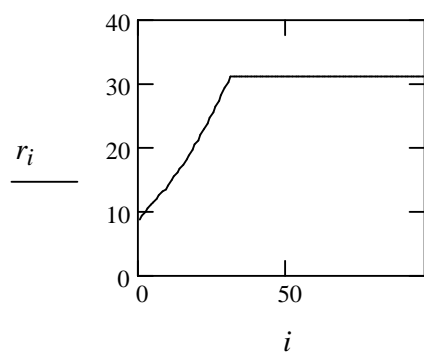


Рис 7. Залежність темпу продажів від часу

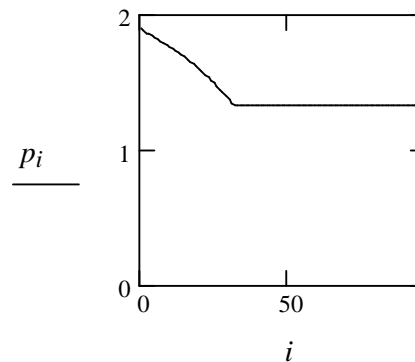


Рис 8. Залежність ціни від часу

При цьому залежність економічних показників від темпу продажів  $r_i$  і від часу матиме вигляд, поданий на рис 9 та рис 10 відповідно. З рис 10 бачимо, що всі економічні показники поліпшуються порівняно з випадком, коли реінвестування відбувається протягом всіх 96 місяців.

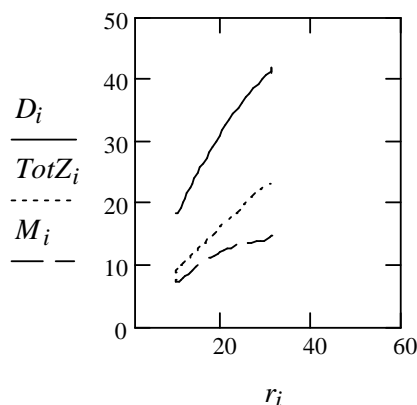


Рис 9. Залежність економічних показників від темпу продажів  $r_i$

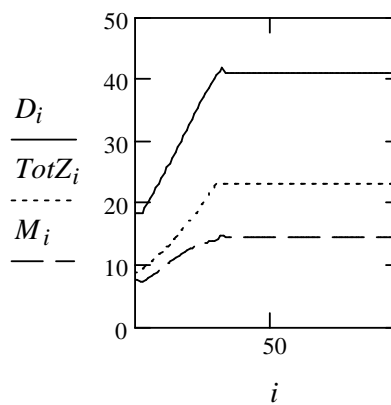


Рис 10. Динаміка економічних показників

На рис 11 показана динаміка основних економічних показників у цьому випадку.

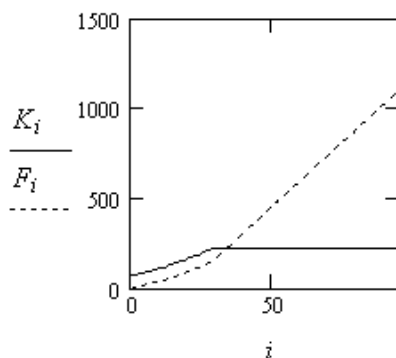


Рис 11. Динаміка основних економічних показників

Порівняння з рис 1 показує, що головний економічний показник роботи підприємства – фонд нагромадження – у випадку, коли інвестування відбувається в інтервалі  $0 < i < 31$ , наприкінці розглянутого періоду складе  $F_{96} = 1,111 \cdot 10^3$  тоді, як при інвестуванні протягом всіх 96 місяців (див. рис 1) фонд нагромадження складе  $F_{96} = 324,5$ . Це порівняння свідчить, що планування роботи підприємства в умовах монополістичної конкуренції вимагає ретельного економіко-математичного дослідження.

**Висновки.** Робота підприємства та його розвиток в умовах монополістичної конкуренції вимагає продуманої інвестиційної політики. Планування поточної діяльності й

формування стратегічних цілей підприємства повинне базуватися на моделях, які дають можливість врахувати основні економічні показники підприємства й дозволяють досліджувати динаміку розвитку підприємства, що працює на конкурентних ринках.

### Література

1. Булавский В.А. Модель олигополии с рынками производственных факторов / В.А. Булавский // Экономика и математические методы. – 1999. – № 4. – С. 78–86.
2. Егорова Н. Е. Применение дифференциальных уравнений для анализа динамики развития малых предприятий, использующих кредитно-инвестиционный ресурс / Н. Е. Егорова, С. Р. Хачатрян // Экономика и математические методы. – 2006. – № 1. – С. 50–67.
3. Задорожная Н. В. Предприятие на монопольном рынке / Н. В. Задорожная // Экономика предприятия. – 2001. – № 1. – С. 70 – 96.
4. Задорожная Н.В., Банщикова П.Г. Предприятие в условиях совершенной конкуренции / Н. В. Задорожная // Экономика предприятия. – 2000. – № 10. – С. 79 – 96.
5. Железняк О. О. Математичне моделювання динаміки продажу на ринках недосконалої конкуренції / О. О. Железняк, О. С. Кузьменко // Актуальні проблеми економіки. – 2011. – № 1. – С. 236 – 245.
6. Журавка А. В. Моделирование конкурентно-кооперационных взаимодействий (социально-экономические системы) / А. В. Журавка // Бизнес информ. – 2002. – № 1-2. – С. 49–51.
7. Коляда Ю. В. Моделирование дуополю-дуопсонієвої конкуренції з долученням режиму насичення / Ю. В. Коляда // Актуальні проблеми економіки. – 2011. – № 5. – С. 293 – 299.
8. Горшков А. Ф. Компьютерное моделирование менеджмента / [А. Ф. Горшков, Б. В. Евтеев, В. А. Коршунов и др.] – М. : «Экзамен», 2004. – 528 с.
9. Коршунов В. А. Оптимизация конкурентных стратегий на рынке ценовой олигополии : Сборник научных работ [По материалам 3-й научной конференции профессоров и преподавателей Института экономики и предпринимательства., 31 марта 2000 г.]. – М.:ИНЭП, 2000. – Вып. 3. – С. 86 – 99.
10. Коршунов В. А. Оптимизация конкурентных стратегий на рынках количественной олигополии Курно и Штакельберга / В. А. Коршунов // Экономика и технология : Межвузовский сборник научных трудов. – 2001. – Вып. 12. – Т. 2. – С. 192–200.
11. Московкин В. М. Математическое моделирование конкурентно-кооперационных взаимодействий в общественных науках / В. М. Московкин, А. В. Журавка // Экономическая кибернетика. – 2001. – № 3–4. – С. 46–51.
12. Московкин В.М. Расчет сценариев конкурентных, кооперационных и смешанных стратегий для n-мерной модели конкурентно-кооперационных взаимодействий в социально-экономических системах / В. М. Московкин, А. В. Журавка, В. С. Михайлов // Економічна кібернетика. – 2004. – № 5–6. – С. 32 - 34.
13. Олексюк О. С. Системи підтримки прийняття фінансових рішень на мікрорівні : монографія / О.С. Олексюк. – Київ : Наук думка, 1998. – 507 с.
14. Шерстенников Ю.В. Моделирование економічної динаміки малого підприємства / Ю.В. Шерстенников. – Дніпропетровськ : ДДФА, 2009. – 224 с.
15. Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия (Индустриальная динамика) / Дж. Форрестер / Под ред. Д.М. Гвишиани. – М. : Прогресс, 1971. – 340 с.
1. Bulavsky, V.A. (1999), "Model of oligopoly markets of production factors", Economics and Mathematical Methods, Vol 4, pp. 78-86.
2. Egorova, N.E., Khachatryan S.R. (2006), "Application of differential equations to analyze the dynamics of the development of small businesses using credit and investment resource", Economics and Mathematical Methods, Vol 1, pp. 50-67.
3. Zadorozhnaja, N.V. (2001), "Company in a monopolistic market", Business Economics, Vol 1, pp. 70 - 96.
4. Zadorozhnaja, N.V., Banshchikov, P.G. (2000), "Enterprise under conditions of perfect competition", Business Economics, Vol. 10, pp. 79 - 96.
5. Zhelezniak, O.O., Kuz'menkov, O.S. (2011), "Mathematical modeling of the dynamics of sales in markets of imperfect competition", Actual problems of economy, Vol. 1, pp. 236 - 245.
6. Zhuravka, A.V. (2002), "Modeling competitive cooperative interactions (social and economic systems)", Business Inform, Vol. 1-2, pp. 49-51.
7. Kolyada, You.V. (2011), "Modeling duopolno-duopsoniyevoyi competition with attachment mode saturation", Actual problems of economy, Vol. 5, pp. 293 - 299.
8. Gorshkov, A.F., Evteev, B.V., Korshunov, V.A. (2004), *Kompyuternoe management simulation*, Moscow "Examination".
9. Korshunov, V.A. (2000), *Optimization of competitive strategies in the market oligopoly pricing*, Collected Works [On materials of the third conference of professors and lecturers of the Institute of Economics and Business., 31 March 2000, Moscow: INEP, pp. 86 - 99.
10. Korshunov, V.A. (2001), "Optimization of competitive strategies in the markets quantitative Stackelberg and Cournot Oligopoly", Economy and Technology: Interuniversity collection of scientific papers, Issue, pp. 192-200.
11. Moscovkin, V.M., Zhuravka, A.V. (2001), "Mathematical modeling of competitive cooperative interactions in the social sciences", Economic Cybernetics, Vol. 3-4, pp. 46-51.
12. Moscovkin, V.M., Zhuravka, A.V. Mikhailov, V.S. (2004), "Calculation of competitive scenarios, cooperative and mixed strategies for the n-dimensional model of the competitive-cooperative interactions in social and economic systems", Economic Cybernetics, Vol. 5-6, pp. 32-34.
13. Oleksyuk, O.S. (1998), *Systems support financial decision-making at the micro level*, Kyiv, Naukova dumka.
14. Sherstennikov, You.V. (2009), *Modelling economic dynamics of a small business*, Dnepropetrovsk, DDFA.
15. Forrester, J. (1971), *Fundamentals of Cybernetics of the company (Industrial Dynamics)*, Moscow, Progress Publishers.

## ПРИМЕНЕНИЕ АНТАГОНИСТИЧЕСКИХ ИГР ДЛЯ ВЫБОРА СТРУКТУРЫ ОПТИМАЛЬНОЙ СМЕСИ

Пусть ситуация принятия решений по оптимизации использования ресурсов состоит в выборе таких пропорций ингредиентов смеси, чтобы сама смесь обладала наилучшим качеством. При этом в оценке качества разработанных различных вариантов смеси принимают участие несколько независимых экспертов. Такая ситуация принятия решений может возникнуть, например, в пищевой промышленности в процессе оптимизации вкусовых качеств продукта путем выбора пропорций ингредиентов (исходных материалов и добавок), в частности при купажировании вина, чая, меда и тому подобных случаях, или в парфюмерии при оптимизации аромата парфюма путем изменения пропорций ингредиентов (душистых веществ и материалов), составляющих соответствующую смесь (эфирную композицию).

Таким образом, имеет место следующая ситуация принятия решений: несколько изготовителей создают свои варианты смеси, каждый из которых состоит из одних и тех же ингредиентов, но в разных пропорциях, а несколько дегустаторов оценивают качество разработанных вариантов смеси и упорядочивают (каждый со своей точки зрения) эти варианты смеси по их качественным характеристикам. Таким образом, каждый из экспертов упорядочивает (ранжирует) разработанные варианты смеси при помощи некоторой порядковой переменной. Задача лица, принимающего решения (ЛПР), состоит в формировании оптимального варианта смеси путем изменения и выбора ее структуры. Сразу отметим, что в такой ситуации критерий оптимальности является качественным: требуется улучшить вкус продукта или добиться определенного аромата духов и т.д. и т.п.

**Цель данной статьи** — разработка метода выбора структуры оптимального варианта смеси, основанного на решении соответствующей антагонистической игры. Применение данного теоретико-игрового метода выбора структуры оптимального варианта смеси позволяет найти искомую структуру оптимального варианта смеси. Такая оптимизация использования ресурсов приводит к достижению наилучшего качества соответствующей смеси, что позволяет стабилизировать спрос на данную продукцию и, как следствие, дает возможность уменьшить уровень экономического риска, которому подвержен производитель данной продукции.

Напомним, что порядковая (ординальная) переменная [1, С. 82] позволяет упорядочивать исследуемые объекты (в данном случае варианты смеси) по их качеству, т.е. по степени проявления в них желаемых свойств. Порядковые переменные применяют в тех случаях, когда шкала, в которой можно было бы количественно измерить степень качества, объективно не существует или не известна. Вообще говоря, общее число градаций (рангов) ординального признака может равняться, а может и не равняться числу исследуемых объектов (вариантов смеси).

Введем следующие обозначения:  $L$  — число различных ингредиентов смеси;  $x_l^{(j)}$  — доля  $l$ -й ингредиенты в  $j$ -м варианте смеси;  $\mathbf{x}^{(j)} = (x_1^{(j)}; \dots; x_L^{(j)})$  — вектор, характеризующий структуру (распределение долей ингредиентов)  $j$ -го варианта смеси;  $n$  — количество рассматриваемых вариантов смеси;  $\mathbf{x}^* = (x_1^*; \dots; x_L^*)$  — вектор, характеризующий искомую структуру оптимального варианта смеси (т.е. такого варианта смеси, составленного из

имеющихся ингредиентов, который обладает всеми желаемыми свойствами в наибольшей степени);  $k$  — количество экспертов, оценивающих предложенные варианты смеси;  $r_{ij}$  — порядковый номер места (ранг), который  $i$ -й эксперт присвоил  $j$ -му варианту смеси. Будем считать, что вектор  $\mathbf{r}_i = (r_{i1}; \dots; r_{in})$ ,  $i = \overline{1, k}$ , представляет собой перестановку первых натуральных чисел  $1, 2, \dots, n$ , при этом данная перестановка  $\mathbf{r}_i = (r_{i1}; \dots; r_{in})$  задает порядковые места рассматриваемых вариантов смеси в ряду всех этих вариантов смеси, упорядоченных  $i$ -м экспертом согласно своим собственным субъективным предпочтениям. Очевидно, доли  $x_l^{(j)}$  всегда удовлетворяют таким свойствам:

$$\sum_{l=1}^L x_l^{(j)} = 1, \quad j = \overline{1, n}, \quad (1)$$

$$x_l^{(j)} \geq 0, \quad l = \overline{1, L}, \quad j = \overline{1, n}. \quad (2)$$

Доли  $x_l^*$  в оптимальном варианте смеси также должны удовлетворять свойствам (1) и (2).

По своей сути рассматриваемая ситуация принятия решений сводится к формированию порядковой (ординальной) переменной, характеризующей качество (меру оптимальности) исследуемых объектов (вариантов смеси). За счет выбора структуры варианта смеси, составленного из имеющихся ингредиентов, требуется добиться того, чтобы вариант смеси обладал наилучшим качеством, т.е. обладал бы всеми желаемыми свойствами в наибольшей степени. При этом имеются несколько различных вариантов смеси, составленных из одних и тех же имеющихся ингредиентов. Эти варианты смеси отличаются друг от друга лишь структурой, т.е. соотношением долей этих ингредиентов. Кроме того, несколько экспертов упорядочивают (ранжируют) имеющиеся варианты смеси, присваивая этим вариантам смеси порядковые номера, обозначающие место этих вариантов смеси в ряду всех рассматриваемых вариантов смеси. Каждый эксперт упорядочивает имеющиеся варианты смеси по убыванию степени желаемых свойств: наилучшему (наиболее качественному) с его точки зрения варианту смеси эксперт присваивает порядковый номер 1, а наихудшему (наименее качественному) — номер  $n$ .

Итак, в результате ситуацию принятия решений характеризует экспертная информация, представляющая собой матрицу исходных данных следующего вида:

$$\mathbf{R}_{k \times n} = (r_{ij}). \quad (3)$$

В матрице (3) элемент  $r_{ij}$  задает порядковое место (ранг), которое  $i$ -й эксперт присвоил  $j$ -му варианту смеси в ряду всех рассматриваемых вариантов смеси, упорядоченных этим экспертом по убыванию степени желаемых свойств. Для простоты будем считать, что с точки зрения любого эксперта ранги всех рассматриваемых вариантов смеси различимы [1, С. 424]. Это, в частности, означает, что любая строка  $\mathbf{r}_i = (r_{i1}; \dots; r_{in})$  матрицы (3) представляет собой перестановку из  $n$  элементов, а именно перестановку из чисел  $1, 2, \dots, n$ . Эта перестановка  $n$  первых натуральных чисел определяет порядковые места вариантов смеси согласно собственным субъективным предпочтениям соответствующего эксперта.

В статистической практике (в частности при организации и статистической обработке систем экспертных исследований) для измерения и анализа статистической связи между несколькими ранжировками одного и того же конечного множества исследуемых объектов применяют анализ ранговых корреляций [1, С. 425-441]. Измерить статистическую связь между несколькими порядковыми переменными позволяет значение коэффициента конкордации (согласованности) Кендалла [1, С. 437-438]. При соблюдении указанных требований выборочное значение  $\hat{W}(k)$  множественного рангового коэффициента конкордации (согласованности) Кендалла  $W$  вычисляют по формуле:

$$\hat{W}(k) = \frac{12}{k^2 \cdot (n^3 - n)} \cdot \sum_{j=1}^n \left( \sum_{i=1}^k r_{ij} - \frac{k \cdot (n+1)}{2} \right)^2, \quad (4)$$

где  $r_{ij}$  — мнение  $i$ -го эксперта о качестве  $j$ -го варианта смеси,  $k$  — число экспертов,  $n$  — число вариантов смеси. В случае неразличимости рангов, когда имеются так называемые объединенные ранги, формула (4) должна быть модифицирована определенным образом [1, С. 438].

Для проверки статистической значимости выборочного значения коэффициента конкордации [1, С. 439-441] необходимо сравнить фактическое (наблюдаемое) значение «Хи-квадрат»-критерия  $\chi_{\phi}^2 = k \cdot (n-1) \cdot \hat{W}(k)$  с табличным значением квантиля  $\chi_{\tau}^2 = \chi_{1-\alpha}^2(n-1)$  соответствующего уровня «Хи-квадрат»-распределения с  $\nu = n-1$  степенями свободы, где  $\alpha$  — заданный уровень значимости. Если справедливо неравенство  $\chi_{\phi}^2 > \chi_{\tau}^2$ , то степень согласованности мнений экспертов на заданном уровне значимости следует признать высокой.

Простейшим и на первый взгляд естественным методом выбора структуры оптимальной смеси является определение поиска среди разработанных вариантов смеси такого варианта, который обладает наилучшей суммой рангов:

$$\bar{r}_i = \min_j \bar{r}_j, \quad (5)$$

где  $\bar{r}_j = \sum_{i=1}^k r_{ij}$ ,  $j = \overline{1, n}$ .

В этом случае структуру  $\mathbf{x}^* = (x_1^*; \dots; x_L^*)$  оптимальной смеси будет задавать вектор  $\mathbf{x}^{(t)} = (x_1^{(t)}; \dots; x_L^{(t)})$ , характеризующий  $t$ -й разработанный вариант смеси:  $\mathbf{x}^* = \mathbf{x}^{(t)}$ , т.е.  $x_l^* = x_l^{(t)}$ ,  $l = \overline{1, L}$ . Однако такой метод выбора структуры оптимальной смеси слишком, так сказать, прямолинеен. Гораздо более целесообразным и восприимчивым к латентным преимуществам исследуемых объектов представляется теоретико-игровой метод выбора структуры оптимальной смеси.

Опишем теоретико-игровой метод выбора вектора  $\mathbf{x}^* = (x_1^*; \dots; x_L^*)$ , характеризующего структуру оптимального варианта смеси. Матрица (3) задает модель теории принятия статистических решений, которую будем называть статистической игрой. Основная заслуга в создании теории принятия статистических решений принадлежит А. Вальду [2].

Статистическая игра (статистическая модель принятия решений) представляет собой систему  $\Gamma_{\mathbf{R}} = \langle \mathbf{I}, \mathbf{J}, \mathbf{R} \rangle$ , где  $\mathbf{I} = \{1; \dots; i; \dots; k\}$  — множество всех решений статистика, т.е. ЛПР, которые он может применить при одноразовом принятии решения,  $\mathbf{J} = \{1; \dots; j; \dots; n\}$  — множество всех возможных состояний «природы»;  $\mathbf{R} = \mathbf{R}_{k \times n} = (r_{ij})$  — платежная матрица, еще называемая функционалом оценивания статистической игры.

Сразу отметим, что чистые стратегии ЛПР могут быть его взаимоисключающими возможными решениями, а могут быть в определенном смысле совместимыми. Состояния «природы», как правило, являются взаимоисключающими, при этом наперед неизвестно, в каком именно своем возможном состоянии будет находиться «природа» в момент реализации принятого ЛПР решения. В отличие от ЛПР, «природа» пассивно выбирает свои чистые стратегии, т.е. случайным образом (неосознанно) оказывается в одном из своих возможных состояний.

Без ограничения общности можно считать, что платежная матрица статистической игры обладает положительным ингредиентом [3, с. 12]:  $\mathbf{R} = \mathbf{R}^+ = \mathbf{R}_{k \times n}^+ = (r_{ij}^+)$ , т.е.  $r_{ij}$  характеризует выигрыш ЛПР в случае реализации им своего  $i$ -го решения в условиях, когда «природа» оказалась в своем  $j$ -м возможном состоянии.

Статистическую игру, характеризующую ситуацию принятия решений, можно решать как в чистых стратегиях игроков, так и в их смешанных стратегиях. Для поиска оптимальных смешанных стратегий можно решать антагонистическую игру, платежная матрица которой совпадает с функционалом оценивания  $\mathbf{R} = \mathbf{R}_{k \times n} = (r_{ij})$  заданной статистической игры. Антагонистической игрой (АИ) будем называть матричную игру, т.е. конечную игру двух лиц (игроков) с нулевой суммой.

АИ представляет собой систему  $\Gamma_{\mathbf{R}} = \langle \mathbf{I}, \mathbf{J}, \mathbf{R} \rangle$ , где  $\mathbf{I} = \{1; \dots; i; \dots; k\}$  — множество всех чистых стратегий первого игрока;  $\mathbf{J} = \{1; \dots; j; \dots; n\}$  — множество всех чистых стратегий второго игрока;  $\mathbf{R} = \mathbf{R}_{k \times n} = (r_{ij})$  — платежная матрица АИ. Значение элемента  $r_{ij}$  платежной матрицы задает выигрыш первого игрока в ситуации  $(i; j)$ , когда в партии игры он применил свою чистую стратегию  $i$ , а второй игрок — свою чистую стратегию  $j$ . В каждой партии АИ значение проигрыша второго игрока совпадает со значением выигрыша первого игрока.

Исходную статистическую игру, характеризующую ситуацию принятия решений, можно отождествлять с соответствующей АИ, т.е. с АИ, заданной той же самой платежной матрицей. Подчеркнем, что такое отождествление не подразумевает изменения характерных свойств «природы»: она остается случайным выбором. Образно говоря, в случае такого отождествления исходной статистической игры с соответствующей АИ, сама АИ используется лишь как высокотехнологический инструмент поиска оптимального решения. При этом экономические интерпретации компонент оптимальных стратегий игроков, цены соответствующей АИ и их найденных числовых значений зависят от экономического содержания исходной ситуации принятия решений.

С одной стороны, отождествление исходной статистической игры с соответствующей АИ дает ряд преимуществ и, в частности, позволяет расширить возможности применения статистических игр. С другой стороны, такое отождествление требует от ЛПР определенной осторожности и корректности. Применяя АИ для принятия решений в экономике, следует уделять внимание вопросам математической корректности, экономической корректности, экономической целесообразности и экономической эффективности.

Итак, рассмотрим АИ, заданную матрицей (3). Сначала предположим, что АИ, заданная матрицей (3), не содержит седловой точки:  $\alpha < \beta$ , где  $\alpha = \max_i \alpha_i$ ,  $\alpha_i = \min_j r_{ij}$ ,  $\beta = \min_j \beta_j$ ,  $\beta_j = \max_i r_{ij}$ . Как известно, в этом случае АИ не имеет решения в чистых стратегиях игроков. Если  $\mathbf{q}^* = (q_1^*; \dots; q_n^*)$  — оптимальная смешанная стратегия второго игрока, то  $\sum_{j=1}^n q_j^* = 1$ ,  $q_j^* \geq 0$ ,  $j = \overline{1, n}$ , а значения долей  $x_l^*$  ингредиентов в оптимальном варианте смеси можно найти по формулам:

$$x_l^* = \sum_{j=1}^n q_j^* \cdot x_l^{(j)}, l = \overline{1, L}. \quad (6)$$

Формулы (6) можно записать в векторном виде:

$$\mathbf{x}^* = \sum_{j=1}^n q_j^* \cdot \mathbf{x}^{(j)}. \quad (7)$$

Очевидно, применение формулы (7) означает, что вектор  $\mathbf{x}^* = (x_1^*; \dots; x_L^*)$ , характеризующий оптимальный вариант смеси, представляет собой выпуклую линейную комбинацию всех векторов  $\mathbf{x}^{(j)} = (x_1^{(j)}; \dots; x_L^{(j)})$ , характеризующих структуры разработанных вариантов смеси. При этом коэффициентами этой выпуклой линейной комбинации служат значения  $q_j^*$  соответствующих компонент оптимальной смешанной стратегии второго игрока АИ, заданной матрицей (3).

Рассмотрим теперь случай, когда АИ, заданная матрицей (3), содержит седловую точку:  $\alpha = \beta$ , где  $\alpha = \max_i \alpha_i$ ,  $\alpha_i = \min_j r_{ij}$ ,  $\beta = \min_j \beta_j$ ,  $\beta_j = \max_i r_{ij}$ . Как известно, в этом случае АИ имеет седловую точку и решение в чистых стратегиях игроков. С учетом того, что любая строка матрицы (3) представляет собой перестановку из  $n$  первых натуральных чисел  $1, 2, \dots, n$ , наличие седлового элемента в матрице (3) означает, что в этой матрице имеется вектор-столбец  $t$ , все элементы которого равны числу  $1$ :  $r_{it} = 1$ ,  $i = \overline{1, k}$ , при этом  $\alpha = \beta = 1$ ,  $t$  — номер единственной оптимальной чистой стратегии второго игрока. Следовательно, с точки зрения всех экспертов  $t$ -й разработанный вариант смеси и обладает наилучшим качеством, т.е. является искомым оптимальным вариантом смеси. Этот случай является частным случаем применения формулы (7), когда  $q_t^* = 1$ ,  $q_j^* = 0$ ,  $j = \overline{1, n}$

и  $j \neq t$ . Кроме того, этот случай полностью совпадает с применением формулы (5). Поэтому можно утверждать, что метод, основанный на применении формулы (5) — это частный случай теоретико-игрового метода выбора структуры оптимальной смеси.

Рассмотрим ситуацию принятия решений, заданную следующей матрицей:

$$\mathbf{R}_{k \times n} = \mathbf{R}_{3 \times 5} = (r_{ij}) = \begin{pmatrix} 5 & 1 & 2 & 4 & 3 \\ 5 & 2 & 1 & 3 & 4 \\ 4 & 3 & 2 & 5 & 1 \end{pmatrix}. \quad (8)$$

Итак, имеем  $k = 3$ ,  $n = 5$ ,  $\chi^2 = \chi^2_{1-\alpha}(n-1) = \chi^2_{1-0,1}(5-1) = \chi^2_{0,9}(4) = 7,78$ , где  $\alpha = 0,1$  — заданный уровень значимости,  $\frac{k \cdot (n+1)}{2} = 9$ ,  $k^2 \cdot (n^3 - n) = 1080$ . Согласно формуле (4) получаем  $\widehat{W}(k) = \frac{12}{1080} \cdot 60 = \frac{2}{3}$ , откуда  $\chi^2_{\Phi} = 3 \cdot (5-1) \cdot \frac{2}{3} = 8 > 7,78 = \chi^2$ . Следовательно, степень согласованности мнений экспертов на заданном уровне значимости  $\alpha = 0,1$  следует признать высокой.

Рассмотрим АИ, заданную матрицей (8). Оценим чистые стратегии первого игрока:

$$\alpha_1 = \min_j r_{1j} = \min\{5; 1; 2; 4; 3\} = 1, \quad \alpha_2 = \min_j r_{2j} = \min\{5; 2; 1; 3; 4\} = 1, \\ \alpha_3 = \min_j r_{3j} = \min\{4; 3; 2; 5; 1\} = 1.$$

Оценим чистые стратегии второго игрока:

$$\beta_1 = \max_i r_{i1} = \max\{5; 5; 4\} = 5, \quad \beta_2 = \max_i r_{i2} = \max\{1; 2; 3\} = 3, \quad \beta_3 = \max_i r_{i3} = \max\{2; 1; 2\} = 2, \\ \beta_4 = \max_i r_{i4} = \max\{4; 3; 5\} = 5, \quad \beta_5 = \max_i r_{i5} = \max\{3; 4; 1\} = 4.$$

Нижняя чистая цена данной игры равна  $\alpha = \max_i \alpha_i = \max\{1; 1; 1\} = 1$ , а ее верхняя чистая цена равна  $\beta = \min_j \beta_j = \min\{5; 3; 2; 5; 4\} = 2$ . Очевидно, для чистых цен игры справедливы соотношения  $\alpha = 1 < 2 = \beta$ . Следовательно, данная АИ не имеет седловой точки и, следовательно, решения в чистых стратегиях игроков. Для поиска оптимальных смешанных стратегий игроков введем следующие обозначения:  $V = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (r_{ij} \cdot p_i \cdot q_j)$  — платежная функция

данной АИ,  $t_j = \frac{q_j}{V}$ , где  $j = \overline{1, n}$ ,  $y_i = \frac{p_i}{V}$ , где  $i = \overline{1, k}$ . Для новых переменных решим симметричную пару взаимно-двойственных задач вида:

исходная задача:

$$z = \sum_{j=1}^n t_j \rightarrow \max, \\ \sum_{j=1}^n r_{ij} \cdot t_j \leq 1, \quad i = \overline{1, k}, \\ t_j \geq 0, \quad j = \overline{1, n};$$

двойственная задача:

$$f = \sum_{i=1}^k y_i \rightarrow \min, \\ \sum_{i=1}^k r_{ij} \cdot y_i \geq 1, \quad j = \overline{1, n}, \\ y_i \geq 0, \quad i = \overline{1, k}.$$

Оптимальные решения приведенных взаимно-двойственных задач имеют следующий вид:  $\mathbf{t}^* = (0; 0,125; 0,25; 0; 0,125)$ ,  $z_{\max} = z^* = 0,5$  — для исходной задачи,  $\mathbf{y}^* = (0,25; 0; 0,25)$ ,  $f_{\min} = f^* = 0,5$  — для двойственной задачи. Применяя соотношения  $V^* = \frac{1}{z^*} = \frac{1}{f^*}$ ,  $p_i^* = y_i^* \cdot V^*$ ,  $q_j^* = t_j^* \cdot V^*$ , находим оптимальное решение АИ, заданной матрицей (8):  $V^* = \frac{1}{0,5} = 2$  — цена данной игры,  $\mathbf{p}^* = (0,5; 0; 0,5)$  — оптимальная смешанная стратегия первого игрока,  $\mathbf{q}^* = (0; 0,25; 0,5; 0; 0,25)$  — оптимальная стратегия второго игрока.

Таким образом, зная векторы  $\mathbf{x}^{(j)} = (x_1^{(j)}; \dots; x_L^{(j)})$ ,  $j = \overline{1, n}$ , характеризующие структуры  $n = 5$  разработанных вариантов смеси, по формулам (6) можно найти значения компонент  $x_l^*$ ,  $l = \overline{1, L}$ , вектора  $\mathbf{x}^* = (x_1^*; \dots; x_L^*)$ , характеризующего искомую структуру оптимального варианта смеси:  $x_l^* = \sum_{j=1}^n q_j^* \cdot x_l^{(j)} = 0,25 \cdot x_l^{(2)} + 0,5 \cdot x_l^{(3)} + 0,25 \cdot x_l^{(5)}$ ,  $l = \overline{1, L}$ .

**Проведенное исследование позволяет прийти к следующим выводам.**

В ситуации принятия решений по оптимизации использования ресурсов, когда требуется выбрать такие пропорции исходных ингредиентов смеси, чтобы сама смесь обладала наилучшим качеством, часто задача лица, принимающего решения, состоит в формировании оптимального варианта смеси путем изменения и выбора ее структуры. По своей сути рассматриваемая ситуация принятия решений сводится к формированию порядковой (ординальной) переменной, характеризующей качество (меру оптимальности) исследуемых объектов (разработанных вариантов смеси).

Если несколько экспертов упорядочивают (ранжируют) разработанные варианты смеси при помощи некоторой порядковой переменной, то данную ситуацию принятия решений характеризует экспертная информация, представляющая собой матрицу исходных данных следующего вида  $\mathbf{R}_{k \times n} = (r_{ij})$ . Значение элемента  $r_{ij}$  этой матрицы задает порядковое место (ранг), которое  $i$ -й эксперт присвоил  $j$ -му варианту смеси в ряду всех рассматриваемых вариантов смеси, упорядоченных этим экспертом согласно своим предпочтениям по убыванию степени желаемых свойств.

Исходную статистическую игру, характеризующую ситуацию принятия решений, можно отождествлять с соответствующей антагонистической игрой (АИ), т.е. с конечной игрой двух лиц с нулевой суммой, заданной той же самой платежной матрицей. Подчеркнем, что такое отождествление не подразумевает изменения характерных свойств «природы»: она остается случайным выбором. Образно говоря, в случае такого отождествления исходной статистической игры с соответствующей АИ, сама АИ используется лишь как высокотехнологический инструмент поиска оптимального решения. При этом экономические интерпретации компонент оптимальных стратегий игроков, цены соответствующей АИ и их найденных числовых значений зависят от экономического содержания исходной ситуации принятия решений.

С одной стороны, отождествление исходной статистической игры с соответствующей АИ дает ряд преимуществ и, в частности, позволяет расширить возможности применения статистических игр. С другой стороны, такое отождествление требует от ЛПР определенной осторожности и корректности. Применяя АИ для принятия решений в экономике, следует уделять внимание вопросам математической корректности, экономической корректности, экономической целесообразности и экономической эффективности.

Вектор, характеризующий оптимальный вариант смеси, представляет собой выпуклую линейную комбинацию векторов, характеризующих структуру разработанных вариантов смеси. При этом как значения коэффициентов этой выпуклой линейной комбинации можно использовать соответствующие компоненты оптимальной смешанной стратегии второго игрока антагонистической игры, заданной матрицей  $\mathbf{R}_{k \times n} = (r_{ij})$ , если эта игра не имеет седловой точки. Если же эта игра имеет седловую точку, то один из разработанных вариантов смеси является оптимальным согласно мнению всех экспертов. Применение такой оптимизации использования ресурсов приводит к достижению наилучшего качества соответствующей смеси, что позволяет стабилизировать спрос на данную продукцию и, как следствие, дает возможность уменьшить уровень экономического риска, которому подвержен производитель данной продукции.

### Литература

1. Айвазян С. А. Прикладная статистика и основы эконометрики / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. — М.: ЮНИТИ, 1998. — 1006 с.
2. Вальд А. Последовательный анализ / А. Вальд; пер. с англ. П. А. Бакута. — М.: Физматгиз, 1960. — 328 с.
3. Трухаев Р. И. Модели принятия решений в условиях неопределенности / Р. И. Трухаев. — М.: Наука, 1981. — 258 с.

1. Aivazyan, S.A., Mhityryan V.S. (1998), Applied Statistics and Econometrics basics, Moscow, UNITY.
2. Wald, A. (1960), Sequential Analysis, Moscow, Fizmatgiz.
3. Truhaev, R.I. (1981), Models of decision making under uncertainty, Moscow, Nauka.



## **О ПЛАНИРОВАНИИ ОПТИМАЛЬНЫХ СРОКОВ РЕМОНТОВ И ЗАМЕН СЛОЖНОГО ПОРТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ НЕПОЛНОСТЬЮ ОПРЕДЕЛЕННОМ ПРОГНОЗЕ УРОВНЯ ЗАНЯТОСТИ**

**Введение.** Значительную часть расходов портов составляют расходы на оборудование, поэтому большое значение для эффективной работы портов имеет экономически обоснованное планирование его ремонтов и замен. Поскольку главным фактором, влияющим на скорость физического старения оборудования, является интенсивность его использования, невозможно составлять планы ремонтов и замен оборудования без учета уровня его занятости в будущем.

Как правило, структура и интенсивность грузопотока планируется заранее, однако фактическое поступление груза в порт может колебаться относительно запланированных ранее значений. На практике порт имеет весьма ограниченные возможности активно влиять на интенсивность и структуру грузопотока. Основными факторами формирования грузопотока являются общее состояние экономики страны и ее отдельных отраслей, политическая ситуация, изменения в налоговом и таможенном законодательстве и многие другие факторы. И хотя администрация порта не может прямо влиять на грузопоток, она вполне может с определенной точностью прогнозировать тенденции его изменения и принимать управленческие решения в соответствии с этими прогнозами.

Невозможно создать одну математическую модель для корректного описания загрузки всех типов оборудования во всех возможных ситуациях. Так, например, если основная доля загрузки оборудования зависит от заключения нескольких удачных долгосрочных контрактов, то имеет смысл рассматривать лишь несколько альтернативных траекторий изменения коэффициента занятости оборудования, вероятности реализации которых напрямую зависят от заключения или незаключения этих контрактов. Совсем другая ситуация складывается в случае, когда загрузка оборудования зависит от большого количества факторов, которые подвержены случайным изменениям. В этом случае для моделирования изменений коэффициента занятости больше подходит использование соответствующего случайного процесса. Именно этот случай мы рассмотрим в данной статье и проанализируем, как данная специфика изменения уровня занятости оборудования влияет на выбор оптимального плана его ремонтов и замен.

**Постановка задачи.** В настоящее время удалось достичь значительных результатов в анализе показателей работы предприятий различных отраслей, функционирующих в условиях неопределенности [1-4] и в изучении процессов старения оборудования, в том числе портового, планировании его ремонтов и замен [5-8]. Тем не менее, ряд практически важных вопросов, находящихся на стыке этих направлений, до сих пор остается недостаточно изученными. Целью данной статьи является исследование задачи планирования оптимальных сроков ремонтов и замен сложного портового оборудования при неполностью определенном прогнозе уровня его занятости.

**Решение поставленной задачи.** В идеале, для нахождения оптимальных сроков ремонтов и замен оборудования в условиях неопределенного грузопотока, было бы хорошо знать конечномерные функции распределения случайного процесса изменения коэффициента занятости, но на практике такая информация практически никогда недоступна. В лучшем случае известна лишь функция прогнозируемого среднего уровня коэффициента занятости в будущем  $s_c = s_c(t)$ , а также функции  $s_g = s_g(t)$  и  $s_n = s_n(t)$ , соответствующие наиболее оптимистичному и наиболее пессимистичному сценарию изменения коэффициента занятости и являющиеся соответственно верхней и нижней границами для всех возможных траекторий изменения коэффициента занятости. Кроме этого, если ожидается, что общая специфика изменения загрузки в будущем не будет меняться, может оказаться полезной история изменения коэффициента занятости за прошлые годы, на основании которой можно, например, составить представление о таких характеристиках как уровень колебаний будущей загрузки.

Для примера рассмотрим случай, когда значения коэффициента занятости  $s = s(t)$  в будущем могут изменяться случайным образом, принимая значения между функциями  $s_g = s_g(t)$  и  $s_n = s_n(t)$ , графики которых представлены на рис 1. И ожидается, что в среднем уровень загрузки будет соответствовать значениям функции  $s_c = s_c(t)$  (рис 1).

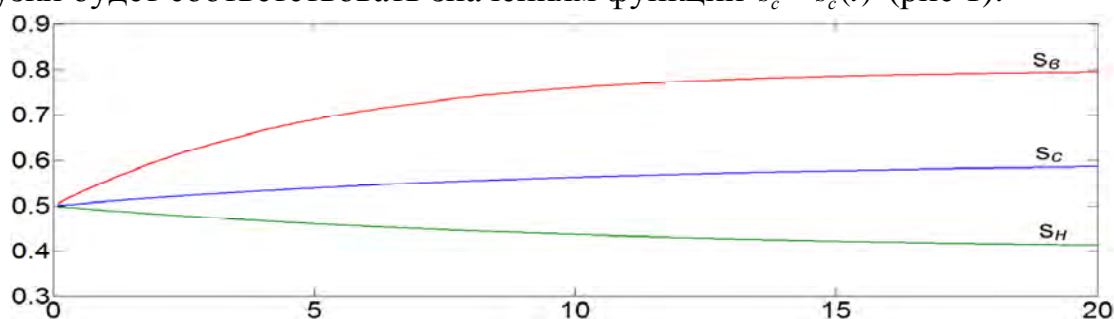


Рис 1. Графики функций  $s_g = s_g(t)$ ,  $s_n = s_n(t)$  и  $s_c = s_c(t)$

Для моделирования изменений коэффициента занятости будем его рассматривать как диффузионный случайный процесс  $s = s(t, \omega)$ , где  $\omega \in \Omega$ , а  $(\Omega, A, P)$  – вероятностное пространство. Использование диффузионных случайных процессов удобно тем, что они полностью характеризуются своими функциями сноса и диффузии, которые обладают наглядным физическим смыслом. Функция износа

$$a(x, t) = \lim_{\tau \rightarrow t} \frac{M(s(\tau, \omega) - s(t, \omega) | s(t, \omega) = x)}{\tau - t}$$

выражает скорость изменения значений случайного процесса  $s = s(t, \omega)$ , а функция диффузии

$$b(x, t) = \lim_{\tau \rightarrow t} \frac{M((s(\tau, \omega) - s(t, \omega))^2 | s(t, \omega) = x)}{\tau - t}$$

выражает скорость изменения условной дисперсии. Поэтому несложно подобрать их так, чтобы обеспечить случайному процессу  $s = s(t, \omega)$  надлежащие свойства. При имеющихся функциях сноса и диффузии случайный процесс  $s = s(t, \omega)$  может быть выражен с помощью стохастической модели состояния в форме Ито:

$$\begin{cases} ds(t, \omega) = a(s(t, \omega), t)dt + \sqrt{b(s(t, \omega), t)} dW(t, \omega), \\ s(t_0, \omega) = s_0(\omega), \end{cases} \quad (1)$$

где  $W(t, \omega)$  – винеровский процесс, выходящий из нуля.

Для моделирования случайного процесса загрузки оборудования рассмотрим функции износа и диффузии следующего вида:

$$a(x, t) = l \cdot (s_c(t) - x) + s'_c(t), \quad (2)$$

$$b(x, t) = q^2 \cdot (s_g(t) - x) \cdot (x - s_n(t)), \quad (3)$$

с параметрами  $l, q > 0$ . Легко проверить, что при таком выборе функций износа и диффузии случайный процесс изменения коэффициента занятости  $s = s(t, \omega)$ , получаемый при помощи стохастического дифференциального уравнения (1), ограничен функциями  $s_g = s_g(t)$  и  $s_n = s_n(t)$ , и имеет математическое ожидание  $m_s(t) = s_c(t)$ . Действительно, это следует из того, что математическое ожидание  $m_s(t) \equiv M(s(t, \omega))$  случайного процесса  $s = s(t, \omega)$  должно являться решением задачи Коши:

$$\begin{cases} \frac{dm_s(t)}{dt} = l \cdot (s_c(t) - m_s(t)) + s'_c(t), \\ m_s(t_0) = s_c(t_0), \end{cases} \quad (4)$$

которая получается из стохастической модели состояния в форме Ито (1), если на нее подействовать оператором математического ожидания. И поскольку непосредственной проверкой легко убедиться в том, что функция  $s_c(t)$  является решением уравнения (4), получаем, что  $m_s(t) = s_c(t)$ .

Для того, чтобы оценить дисперсию  $D_s(t)$  случайного процесса  $s = s(t, \omega)$ , моделируемого стохастической задачей Коши (1), рассмотрим функцию:

$$y(s(t, \omega), t) = s(t, \omega) - m_s(t).$$

Очевидно, что

$$M(y(s(t, \omega), t)) = 0 \quad \text{и} \quad D_s(t) = M(y^2(s(t, \omega), t)).$$

При этом

$$\begin{aligned} dy(s(t, \omega), t) &= ds(t, \omega) - dm_s(t) = \\ &= (l(s_c(t) - s(t, \omega)) + s'_c(t)) dt + q\sqrt{(s_g(t) - s(t, \omega)) \cdot (s(t, \omega) - s_n(t))} dW(t, \omega) - \\ &\quad - (l(s_c(t) - m_s(t)) + s'_c(t)) dt = \\ &= -ly(s(t, \omega), t) dt + q\sqrt{(s_g(t) - s(t, \omega)) \cdot (s(t, \omega) - s_n(t))} dW(t, \omega). \end{aligned}$$

Используя правило дифференцирования Ито (см., например, [9]), отсюда получим:

$$\begin{aligned} d(y^2(s(t, \omega), t)) &= \\ &= (-2ly^2(s(t, \omega), t) + q^2(s_g(t) - s(t, \omega))(s(t, \omega) - s_n(t))) dt + \\ &\quad + 2q\sqrt{(s_g(t) - s(t, \omega)) \cdot (s(t, \omega) - s_n(t))} y(s(t, \omega), t) dW(t, \omega) = \\ &= (-2ly^2(s(t, \omega), t) + q^2(-s^2(t, \omega) + s(t, \omega)(s_g(t) + s_n(t)) - s_g(t)s_n(t))) dt + \\ &\quad + 2q\sqrt{(s_g(t) - s(t, \omega)) \cdot (s(t, \omega) - s_n(t))} y(s(t, \omega), t) dW(t, \omega). \end{aligned} \quad (5)$$

А поскольку

$$M(s^2(t, \omega)) = D_s(t) + m_s^2(t),$$

применяя к равенству (5) оператор математического ожидания, приходим к задаче Коши для  $D_s(t)$ :

$$\begin{cases} D'_s(t) = -(2l + q^2)D_s(t) + q^2(s_g(t) - s_c(t))(s_c(t) + s_n(t)), \\ D_s(0) = 0. \end{cases}$$

Решив эту задачу Коши, находим дисперсию:

$$D_s(t) = e^{-(2l+q^2)t} q^2 \int_0^t (s_g(\tau) - s_c(\tau))(s_c(\tau) + s_n(\tau)) e^{(2l+q^2)\tau} d\tau.$$

Параметры в функциях сноса и диффузии, задаваемых формулами (2) и (3), имеют наглядный смысл и представляют дополнительные возможности для учета специфики мо-

делируемого процесса загрузки оборудования. Так, параметр  $l$  определяет скорость, с которой траектории случайного процесса  $s = s(t, \omega)$  возвращаются к математическому ожиданию  $m_s(t)$ . Большим значениям параметра  $l$  соответствует такая загрузка оборудования, при которой значения коэффициента занятости после отклонений имеют тенденцию быстро возвращаться к своим средним значениям. Параметр  $q$  характеризует интенсивность колебаний случайного процесса  $s = s(t, \omega)$ . Большие значения  $q$  соответствуют значительным колебаниям уровня загрузки оборудования.

На рис 2 представлено несколько траекторий случайного процесса  $s = s(t, \omega)$ , являющегося решением стохастической задачи Коши (1) с функциями сноса и диффузии, заданными формулами (2) и (3) и параметрами  $l = 0,1$  и  $q = 0,3$ .

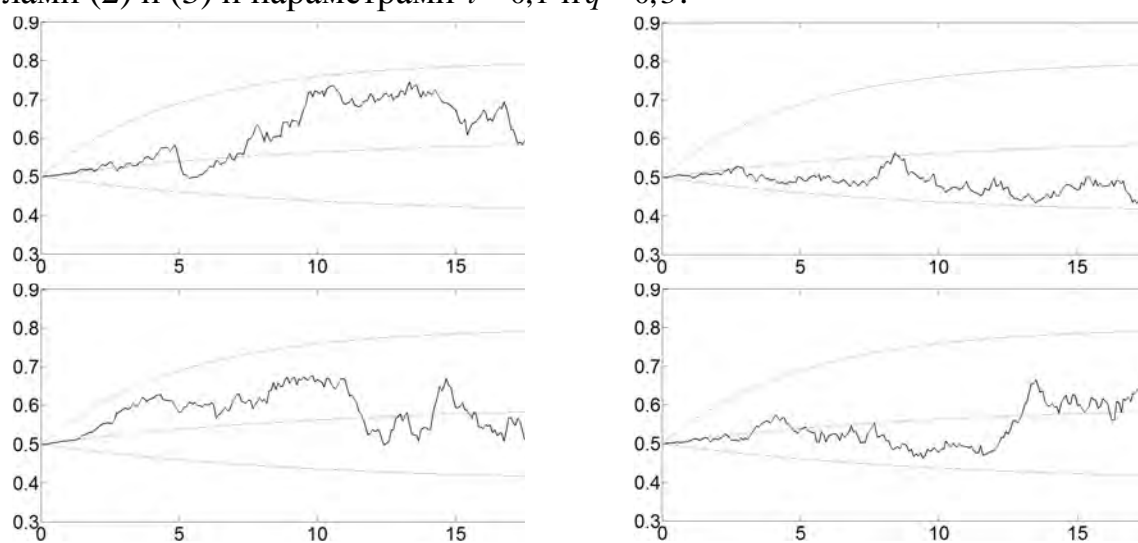


Рис 2. Некоторые траектории случайного процесса  $s = s(t, \omega)$

Свобода выбора функций  $s_g = s_g(t)$ ,  $s_u = s_u(t)$  и  $s_c = s_c(t)$  создает широкие возможности для учета особенностей процесса изменения загрузки оборудования, например, таких, как возможные сезонные колебания и другие специфические факторы, связанные с данным грузопотоком.

Теперь, имея математическую модель случайных изменений загрузки оборудования, для того, чтобы исследовать влияние этих изменений на эффективность выбранной стратегии ремонтов и замен оборудования, нужна модель динамики старения оборудования, учитывающая изменения уровня его загрузки. В качестве такой модели используем математическую модель, основанную на разделении устранимого и неустраимого износов, предложенную в [10].

Показателем неустраимого износа в момент времени  $t$  будем называть число  $u_1 = u_1(t)$ , ( $0 \leq u_1 \leq 1$ ), характеризующее интенсивность эксплуатационных расходов при полной занятости оборудования, которые невозможно или нецелесообразно уменьшить посредством ремонтов или модернизаций. Показателем устранимого износа будем называть число  $u_2 = u_2(t)$ , ( $0 \leq u_2 \leq 1$ ), характеризующее интенсивность эксплуатационных расходов на оборудование в момент времени  $t$  при его полной занятости, которые могут быть уменьшены посредством ремонтов или модернизаций. Общий физический износ будем считать как сумму  $u = u_1 + (1 - u_1) \cdot u_2$ . Определяемые таким образом показатели устранимого, неустраимого и общего износа положительны и, возрастая с течением времени, приближаются к своему предельному значению. Для моделирования устранимого и неустраимого износа рассмотрим динамическую модель, описываемую следующей задачей Коши:

$$\begin{cases} u_1' = (1 - u_1)^{w_1} \cdot (u_1 - L_1)^{w_1} \cdot s(t) \cdot (a_1 + b_1 \cdot u_2), \\ u_2' = (1 - u_2)^{w_2} \cdot (u_2 - L_2)^{w_2} \cdot s(t) \cdot (a_2 + b_2 \cdot u_1), \\ u_1(0) = u_{10}, \quad u_2(0) = u_{20}, \end{cases} \quad (6)$$

где  $w_1$  и  $w_2$  – параметры, определяющие интенсивность увеличения соответственно неустраимого и устранимого износов на начальной стадии старения;

$v_1$  и  $v_2$  – параметры, определяющие интенсивность увеличения неустраняемого и устраняемого износов на последней стадии старения;

$s(t)$  – коэффициент занятости оборудования в момент времени  $t$  ( $0 \leq s(t) \leq 1$ );

$L_1$  и  $L_2$  – параметры, определяющие нижние асимптоты кривых неустраняемого и устраняемого износов ( $0 \leq L_1 < 1, 0 \leq L_2 < 1$ );

$u_{10}$  и  $u_{20}$  – начальные значения показателей неустраняемого и устраняемого износов ( $u_{10} > L_1, u_{20} > L_2$ );

$a_1$  и  $a_2$  – параметры, определяющие общую скорость увеличения неустраняемого и устраняемого износов на протяжении всего времени моделирования;

$b_1$  и  $b_2$  – параметры, определяющие взаимное влияние значений и динамики устраняемого и неустраняемого износов.

Кривые неустраняемого и устраняемого износов, моделируемые системой (6), имеют сигмоидную форму.

Рассмотрим динамику износа, которая типична для портовых погрузчиков грузоподъемностью до 3т. Эту кривую можно описать с помощью динамической модели (6) со следующими значениями параметров:  $v_1 = 1, w_1 = 2, L_1 = 0, a_1 = 1,4, b_1 = 1, u_{10} = 0,1, v_2 = 1, w_2 = 1,02, L_2 = 0, a_2 = 2,8, b_2 = 1, u_{20} = 0.001$ . Поскольку сложное портовое оборудование имеет длительные сроки службы, все расходы будем дисконтировать (к моменту начала эксплуатации оборудования). Единицей измерения времени по умолчанию будем считать год. Для наглядности далее все денежные расходы будем указывать в процентах от текущей стоимости нового образца этого оборудования. В данной статье ограничимся рассмотрением только капитальных ремонтов, выполнение которых влечет уменьшение показателя устраняемого износа до наименьшего значения. Средние эксплуатационные расходы за единицу времени работы машины в период от начала эксплуатации машины до момента времени  $t$  будем искать по формуле:

$$R_y(t) = \frac{R_{y0}}{u(0) \cdot \int_0^t s(\tau) d\tau} \int_0^t u(\tau) \cdot s(\tau) \cdot e^{\delta\tau} d\tau, \quad (7)$$

где  $u(t)$  – показатель общего износа в момент времени  $t$ ,

$s(t)$  – коэффициент занятости в момент времени  $t$ ,

$R_{y0}$  – эксплуатационные расходы нового оборудования за единицу времени при полной постоянной занятости,

$e^{\delta t}$  – множитель наращивания при непрерывном начислении процентов,

$\delta$  – сила роста ( $\delta = \ln(1+i)$ , где  $i$  – годовая ставка процентов при ежегодном наращивании).

Средние капитальные расходы за единицу времени работы машины в период от начала эксплуатации машины до момента времени  $t$  определяются формулой:

$$R_a(t) = \frac{1}{\int_0^t s(\tau) d\tau} \left( R_0 + \sum_{t_k \leq t} R_{t_k} \cdot e^{\delta t_k} \right), \quad (8)$$

где  $R_0 = 100\%$  – цена нового оборудования;

$R_{t_k}$  – расходы на капитальный ремонт, запланированный на момент времени  $t_k$ .

Тогда суммарные средние расходы за единицу времени работы машины в период от начала эксплуатации машины до момента времени  $t$  равны:

$$R(t) = R_y(t) + R_a(t). \quad (9)$$

Будем считать, что средняя стоимость капитального ремонта составляет 35% от стоимости нового оборудования, годовая ставка процентов при ежегодном наращивании равна 4%, а эксплуатационные расходы нового оборудования за единицу времени работы при

полной занятости составляют 10% от его стоимости и изменяются пропорционально текущим значениям коэффициента износа и коэффициента занятости.

Используя метод имитации отжига [11], получаем, что для рассматриваемого оборудования при условии, что изменение коэффициента его занятости  $s = s(t)$  будет совпадать с функцией  $s_c = s_c(t)$ , целесообразно планировать проведение двух капитальных ремонтов через  $t_{рем1} = 4,47$  и  $t_{рем2} = 8,64$  лет и списание через  $t_{спис} = 12,82$  лет после начала использования. Эту стратегию ремонтов и замен оборудования можно считать оптимальной для данного уровня загрузки, поскольку при ней суммарные средние расходы за единицу времени работы машины в период от начала эксплуатации машины до ее списания принимают наименьшее значение, равное 40,109. На рис 3 приведены кривые износа оборудования, а на рис 4 – кривые изменения средних затрат за единицу времени работы машины при данной оптимальной стратегии ремонтов и замен оборудования.

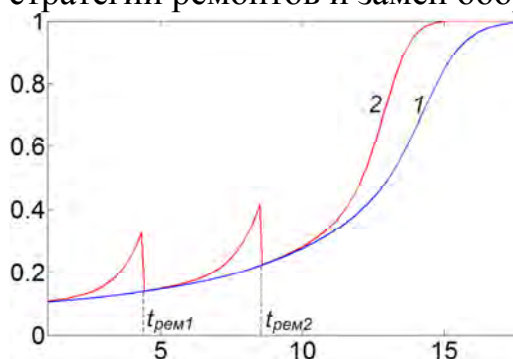


Рис 3. Кривые износа оборудования при  $s(t) = s_c(t)$   
(1 – кривая неустранимого износа, 2 – кривая общего износа)

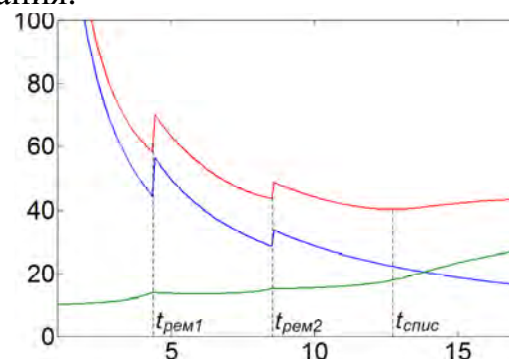


Рис 4. Средние затраты за единицу времени работы оборудования при  $s(t) = s_c(t)$

(1 – средние эксплуатационные затраты; 2 – средние капитальные затраты; 3 – суммарные средние затраты)

Естественно возникает вопрос: какие сроки ремонтов и замен оборудования следует считать оптимальными, и как их искать, если будущие изменения коэффициента занятости оборудования можно прогнозировать лишь с определенной степенью точности? Одним из наиболее естественных подходов к решению поставленной задачи является рассмотрение в качестве оптимальной стратегии ремонтов и замены оборудования такой стратегии  $\Psi_{opt}$ , которая бы минимизировала математическое ожидание суммарных средних расходов за единицу времени работы оборудования в период от начала его эксплуатации до списания, то есть минимизировала бы выражение:

$$M(R(s(t, \omega), \Psi)) = \int_{\Omega} R(s(t, \omega), \Psi) P(d\omega),$$

где  $R(s, \Psi)$  – суммарные средние расходы за единицу времени работы рассматриваемого оборудования в период от начала его эксплуатации до списания, рассчитываемые по формулам (7)-(9) при стратегии ремонтов и замен оборудования  $\Psi$  и функции изменения коэффициента занятости  $s = s(t)$ . Для того, чтобы вычислить приближенное значение указанного математического ожидания с помощью стохастической задачи Коши (1) сгенерируем случайную выборку траекторий случайного процесса загрузки оборудования  $s_1(t), s_2(t), \dots, s_N(t)$ , и воспользуемся приближенным равенством:

$$M(R(s(t, \omega), \Psi)) \approx \sum_{k=1}^N \frac{1}{N} \cdot R(s_k(t), \Psi). \quad (10)$$

Используя алгоритм последовательного квадратичного программирования [12], получим, что для рассматриваемого примера оптимальная стратегия  $\Psi_{opt}$  состоит из двух ремонтов, проводимых через 4,46 и 8,45 лет, и замены через 12,51 лет после начала эксплуа-

тации оборудования, а соответствующее ей значение  $M(R(s(t, \omega), \Psi_{opt}))$  составляет 40,456. При этом оценка среднеквадратичного отклонения суммарных средних расходов за единицу времени работы оборудования в период от начала его эксплуатации до списания  $\sigma(R(s(t, \omega), \Psi_{opt}))$  при случайно меняющейся траектории коэффициента занятости и фиксированной стратегии  $\Psi_{opt}$  составляет 0,391. И хотя стратегия  $\Psi_{opt}$  оказалась похожей на оптимальную стратегию, полученную выше для фиксированной функции коэффициента занятости  $s(t) = s_c(t) = m_s(t)$ , вид системы (6) не дает оснований утверждать, что это закономерно. Чем больше объем выборки  $N$ , тем статистически точнее будет равенство (10). При этом отметим, что даже значительные объемы выборки не приводят к существенному замедлению вычислений компьютерной реализации предложенной математической модели. Так, при объеме выборки  $N=100$  нахождение оптимальной стратегии  $\Psi_{opt}$  в системе Matlab занимает приблизительно одну минуту. На рис 5 представлена гистограмма значений суммарных средних расходов за единицу времени работы оборудования в период от начала его эксплуатации до списания  $R(s_k(t), \Psi_{opt})$  для 1000 траекторий изменения коэффициента занятости  $s_1(t), s_2(t), \dots, s_{1000}(t)$ , сгенерированных при помощи стохастической задачи Коши (1) и фиксированной стратегии  $\Psi_{opt}$ .

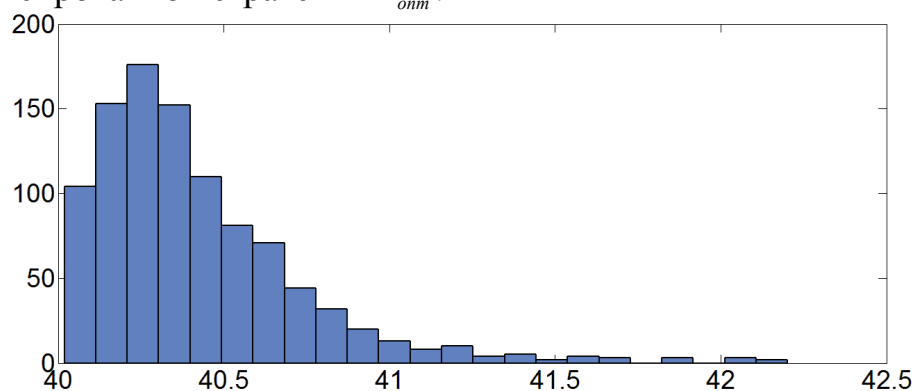


Рис 5. Гистограмма значений  $R(s_k(t), \Psi_{opt})$  при различных траекториях изменения коэффициента занятости и фиксированной стратегии  $\Psi_{opt}$

**Выводы.** Изображенная на рис 5 гистограмма дает представление о функции плотности распределения вероятностей суммарных средних расходов за единицу времени работы оборудования в период от начала его эксплуатации до списания при случайно изменяющемся грузопотоке и фиксированной стратегии  $\Psi_{opt}$ , минимизирующей математическое ожидание этих расходов. Из приведенной гистограммы видно, что математическое ожидание сдвинуто вправо относительно моды из-за наличия небольшого количества выбросов, почти равномерно распределенных между значениями 41 и 42,3 (правая часть гистограммы). Наличие этих нежелательных выбросов сопряжено с риском дополнительных расходов для порта. В связи с этим в некоторых случаях может быть целесообразным отказаться от использования стратегии  $\Psi_{opt}$  в пользу других, менее рискованных стратегий ремонтов и замен оборудования, которые бы минимизировали вероятности таких выбросов за счет незначительного увеличения математического ожидания суммарных средних расходов за единицу времени работы оборудования. Поэтому может представлять практический интерес дальнейшее развитие предложенной модели для исследования многокритериальных оценок стратегий ремонтов и замен оборудования.

## Литература

1. Комплексные оценки в системе рейтингового управления предприятием [Текст]: моногр. / [А.П. Белый, Ю.Г. Лысенко, А.А. Мадых, К.Г. Макаров]; Донец. нац. ун-т. – Донецк: Юго-Восток, 2003. – 117 с.
2. Лысенко Ю.Г. Система обслуживания в случае ненадежного прибора переналадки в начале периода занятости [Текст] / Ю.Г. Лысенко, Н.В. Румянцев,

1. Beliy, A.P., Lysenko, You.G., Madyh, A.A., Makarov, K.G. (2003), *Integrated assessments in the rating system of enterprise management*, Donetsk, Uougovostok.
2. Lysenko, You.G., Rumyantsev, N.V., Medvedeva, M.I. (2008), "Service system in the event of an unreliable instrument changeover at the beginning of the busy peri-

М.И. Медведева // Международный научный журнал «Экономическая кибернетика». – Донец. нац. ун-т. – 2008. – № 3–4 (51–52). – С. 55–59.

3. Постан М.Я. Экономико-математические модели смешанных перевозок [Текст]: моногр. / М.Я. Постан. – Одесса: Астропринт, 2006. – 376 с.

4. Корниец Т.Е. Методы оценки влияния ограниченной надежности перегрузочных машин на время обработки судна [Текст] / Т.Е. Корниец // Вестн. Одесского нац. морского ун-та: сб. науч. тр. – 2007. – Вып. 22. – С. 44 – 53.

5. Ширяева Л.В. Методы и модели управления воспроизводством парков оборудования. Вероятностный поход [Текст]: моногр. / Л.В. Ширяева. – Одесса: Астропринт, 2008. – 256 с.

6. Шахов А.В. Проектно-ориентированное управление функционированием ремонтнопригодных технических систем [Текст]: моногр. / А.В. Шахов, В.И. Чимшир. – Одесса: Феникс, 2006. – 238 с.

7. Пустова Н.В. Оптимізація стратегії оновлення парку порталних кранів у морських портах України [Текст]: дис. ... канд. екон. наук: 08.03.02 – Економіко-математичне моделювання / Наталія Віталіївна Пустова. – Одеса, 2006. – 159 с.

8. Селиванов А.И. Основы теории старения машин [Текст] / А.И. Селиванов. – М.: Машиностроение, 1971. – 408 с.

9. Оксендаль Б. Стохастические дифференциальные уравнения. Введение в теорию и приложения [Текст] / Б. Оксендаль. – М.: Мир, 2003. – 408 с.

10. Малаксиано Н.А. Об оптимальных сроках ремонтов сложного портового оборудования [Текст] / Н.А. Малаксиано // Вестн. Днепропетровского ун-та. Серия: Экономика. – 2012. – Вып. 6(3). – С. 186 - 195.

11. Ingber L. Adaptive simulated annealing (ASA): Lessons learned. Invited paper to a special issue of the Polish Journal Control and Cybernetics on "Simulated Annealing Applied to Combinatorial Optimization." 1995. [Электронный ресурс] / L. Ingber. – Режим доступа: [http://www.ingber.com/asa96\\_lessons.ps.gz](http://www.ingber.com/asa96_lessons.ps.gz) - 25.09.2012 г.

12. Nocedal J. Numerical Optimization, [Текст] / J. Nocedal, S.J. Wright. – New York: Springer Series in Operations Research, Springer Verlag, 1999. – 656 с.

od", Economic Cybernetics, Vol. 51-52, pp. 55-59.

3. Postan, M. Y. (2006), *Economic and mathematical models of multimodal transport*, Odessa, Astroprint.

4. Korniyets, T.E. (2007), "Methods for assessing the impact of the limited reliability of the handling machines for the processing of the vessel", Bulletin Odessa Nat. Maritime University.

5. Shiryayeva, L.V. (2008), *Methods and models of reproductive management of parks equipment*. Probabilistic campaign, Odessa, Astroprint.

6. Shahov, A.V., Chimshir, V.I. (2006), *Project-oriented management of functioning repairable technical systems*, Odessa, Phenics.

7. Pustova, N.V. (2006) *Optimization strategies renovating the cranes in the seaport Ukraine*, dissertation, Odessa.

8. Selivanov, A.I. (1971), *Fundamentals of the theory of machines*, Moscow, Mechanical Engineering.

9. Oksendal, B. (2003) *Stochastic Differential Equations. Introduction to the theory and application*, Moscow, Mir.

10. Malaksiano, N.A. (2012), *On the optimal timing of repair of a complex of port equipment*, Bulletin Dnipropetrovsk University. Series The Economy, Vol. 6 (3), pp. 186 - 195.

11. Ingber, L. (1995), *Adaptive simulated annealing (ASA): Lessons learned. Invited paper to a special issue of the Polish Journal Control and Cybernetics on "Simulated Annealing Applied to Combinatorial Optimization."*, available at: [http://ingber.com/asa96\\_lessons.ps.gz](http://ingber.com/asa96_lessons.ps.gz)

12. Nocedal, J. (1999), *Numerical Optimization*, New York, Springer Series in Operations Research, Springer Verlag.

УДК 338.242.2

**В.Н. Кравченко**  
канд. экон. наук, доцент  
Донецкий национальный университет

**В.С. Кузнецов**  
ООО «Прогноз Украины»

## КОНЦЕПЦИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ МАРКЕТИНГОВО-ОРИЕНТИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННОГО БИЗНЕСА

На современном этапе развития украинского рынка информационных продуктов, проблемы управления маркетинговой деятельностью предприятий приобретают особую



важность с точки зрения своевременной подготовки научно-обоснованных стратегических и тактических решений, связанных с исследованием рынка, планированием маркетинговых мероприятий, формированием уровня цены на информационный продукт, оценкой эффективности внедрения маркетинговых мероприятий. Результат процесса планирования и реализации различных маркетинговых мероприятий, которые подчинены достижению поставленных перед предприятием целей, является разработанная маркетинговая стратегия. Ключевой целью управления маркетинговой деятельностью предприятия в сфере информационного бизнеса является разработка стратегических маркетинговых программ и внедрение маркетинговых мероприятий, от правильности выбора которых зависит эффективность удовлетворения запросов потребителей и увеличение доходов предприятия.

Теоретические и практические вопросы моделирования процесса управления маркетинговой деятельностью предприятия в сфере информационного бизнеса были рассмотрены в работах [1,3-6]. Предложенные указанными авторами подходы к моделированию процесса управления маркетинговой деятельностью предприятия в сфере информационного бизнеса имеют большое количество показателей и аналитических инструментов, использование которых требует координации человеческих ресурсов для выполнения поставленных задач управления маркетинговой деятельностью предприятия в необходимые сроки. В условиях высокой конкуренции и необходимости принятия решений в короткие сроки использование трудоемких инструментов для моделирования процесса управления маркетинговой деятельностью предприятия в сфере информационного бизнеса резко снижает эффективность указанных решений. Обеспечение достижения предприятием информационного бизнеса долгосрочных целей маркетингового развития требует создания непрерывно функционирующего аппарата управления эффективностью бизнеса, методологической основой создания которого выступают методы экономико-математического моделирования. Реализация данного инструмента должна осуществляться в рамках единого подхода к управлению предприятием в сфере информационного бизнеса и охватывать полный цикл маркетинговых мероприятий, поскольку, если упустить один из обязательных аспектов маркетинга, то поставленные цели достигнуты не будут.

Таким образом, целью написания статьи является разработка единого подхода к управлению маркетинговой деятельностью предприятия сферы информационного бизнеса с целью повышения доходов предприятия сферы информационного бизнеса за счет эффективного удовлетворения запросов потребителей.

Маркетингово-ориентированное предприятие представляет собой двухуровневую систему, которая предусматривает подчинение деятельности всех отделов интересам клиента. На первом уровне реализуются маркетинговые функции, они должны быть взаимосвязаны, а их выполнение – скоординировано. На втором уровне представлены все остальные функции управления предприятием, работа которых должна быть согласована не только между собой, но и с каждой функцией первого уровня [2].

Управление маркетингово-ориентированным предприятием включает следующие составляющие: планирование, организация маркетинговой деятельности, информационное обеспечение и контроль маркетинговой деятельности[4].

Планирование маркетинговой деятельности осуществляется с целью прогнозирования будущих покупательских предпочтений и изменений в структуре первичного спроса. Базируя планирование на результатах реализации экономико-математических моделей, руководство маркетингово-ориентированного предприятия пытается уменьшить степень неопределенности и риска и обеспечить концентрацию ресурсов на избранных приоритетных направлениях развития предприятия[2].

Организация маркетинговой деятельности направлена на формирование на предприятии организационных структурных единиц, на которые полагается выполнение маркетинговых функций[5].

Информационное обеспечение является залогом эффективного выполнения всех функций маркетинга за счет оперативной организации информационного обеспечения предприятия разноплановой маркетинговой информацией[3].

Контроль маркетинговой деятельности направлен на измерение и оценку результатов реализации стратегий, планов и программ. Контроль завершает и в то же время начинает новый цикл планирования маркетинговой деятельности[4].

Используя приведенный выше анализ подходов к управлению маркетинговой деятельностью на предприятии и концепции маркетинга, можно дать определение понятию маркетингово-ориентированного управления предприятием сферы информационного бизнеса.

Под маркетингово-ориентированным управлением предприятия сферы информационного бизнеса будет пониматься непрерывный процесс в продвижении информационного продукта на рынке, основанный на прогнозировании будущих покупательских предпочтений и изменений в структуре первичного спроса, адаптации информационного продукта в соответствии с изменениями в рыночной среде.

Прежде чем приступить к разработке подхода к моделированию маркетингово-ориентированного управления предприятием в сфере информационного бизнеса, необходимо определить методологическую основу маркетингово-ориентированного управления.

Методологической основой маркетингово-ориентированного управления выступают существующие подходы к управлению: процессный подход, системный подход, ситуационный подход[3,4].

Процессный подход обеспечивает прозрачность всех операций, что позволяет анализировать возможные последствия сбоев на каждом этапе выполнения работ. Системный и ситуационный подходы не являются набором предписываемых элементарных руководств как в предыдущем случае, а выступают способом мышления об организационных проблемах и их решениях. Однако их применение ограничено профессионализмом менеджмента предприятий[1,6]. Отсюда возникает необходимость исследования возможности интеграции данных подходов в рамках одной концепции маркетингово-ориентированного управления таким образом, чтобы недостатки каждого подхода нивелировались достоинствами других.

На практике управление маркетинговой деятельностью предприятия сферы информационного бизнеса осуществляется следующим образом: стратегические задачи ранжируются в соответствии с позицией предприятия в конкурентной борьбе. Далее локальные цели трансформируются в текущие программы действий, бюджеты и планы прибылей, которые доводятся до каждого подразделения предприятия. Здесь можно говорить о реализации ситуационного подхода при принятии решений о способах распространения информационного продукта (услуги) в условиях определенной рыночной конкуренции (аналитическая функция маркетинга) и процессного подхода при формировании мероприятий по стимулированию спроса (сбытовая функция маркетинга).

Маркетинговые цели оказывают решающее воздействие на систему управления предприятием в целом, поскольку процесс планирования цены, объема продаж невозможно осуществить без учета их влияния на все этапы функционирования предприятия[3,4]. Следовательно, можно говорить о двухсторонней связи между маркетинговыми мероприятиями и управлением предприятием, о координации их взаимодействия с целью эффективного

управления. Указанный тип взаимодействия отвечает системному подходу и находит свое отображение при реализации производственной функции маркетинга.

Таким образом, на практике основы маркетингово-ориентированного управления уже интегрированы в текущую деятельность, но их реализация осуществляется фрагментарно без учета взаимовлияния друг на друга. Сочетание подходов к моделированию процесса управления маркетинговой деятельностью предприятия в сфере информационного бизнеса с методами маркетингово-ориентированного управления, позволяет представить комплекс экономико-математических моделей маркетингово-ориентированного управления предприятием в сфере информационного бизнеса следующим образом[7-10]:

экономико-математическая модель планирования маркетинговых мероприятий предприятия в сфере информационного бизнеса;

экономико-математическая модель оценки эффективности внедрения маркетинговых мероприятий предприятия в сфере информационного бизнеса;

модель интегрированной системы маркетингово-ориентированного управления предприятием в сфере информационного бизнеса.

Методологической основой экономико-математической модели планирования маркетинговых мероприятий предприятия в сфере информационного бизнеса выступает модель жизненного цикла. Результат реализации экономико-математической модели планирования маркетинговых мероприятий предприятия в сфере информационного бизнеса должен позволить[7]:

разрабатывать варианты маркетинговых мероприятий в виде маркетинговой стратегии в зависимости от жизненного цикла информационного продукта,

непрерывно оценивать влияние маркетинговых мероприятий на прирост количества пользователей, являющихся потребителями информационного продукта.

Методологической основой экономико-математической модели оценки эффективности внедрения маркетинговых мероприятий предприятия в сфере информационного бизнеса выступает оценка финансовых результатов в зависимости от этапа жизненного цикла.

Результат реализации экономико-математической модели оценки эффективности внедрения маркетинговых мероприятий предприятия в сфере информационного бизнеса должен позволить максимизировать прибыль предприятия информационного бизнеса на протяжении всего жизненного цикла информационного продукта[8].

Инструментом реализации экономико-математической модели планирования маркетинговых мероприятий и оценки эффективности внедрения маркетинговых мероприятий предприятиями в сфере информационного бизнеса является метод системной динамики. Такой выбор обусловлен тем, что встроенные в программные продукты инструменты системно-динамического моделирования позволяют воспроизвести при помощи простых математических моделей основную логику исследуемых процессов, обеспечить их обоснование и верификацию на каждом этапе жизненного цикла информационного продукта. Необходимо отметить, что метод системной динамики поддерживает принципы ситуационного управления за счет возможности разработки различных вариантов маркетинговых мероприятий в зависимости от жизненного цикла информационного продукта[9].

Методологической основой интегрированной модели системы маркетингово-ориентированного управления предприятием в сфере информационного бизнеса выступает системный подход, использование которого позволяет организационную структуру управления создавать таким образом, чтобы она учитывала рыночную ситуацию на каждом этапе жизненного цикла информационного продукта.

Результатом реализации интегрированной модели системы маркетингово-ориентированного управления предприятием в сфере информационного бизнеса является возможность обеспечения сбалансированности расходов на маркетинг и доходов, полученных от внедрения маркетинговых мероприятий[10].

Практическая реализация интегрированной модели системы маркетингово-ориентированного управления предприятием в сфере информационного бизнеса осуществляется за счет использования процессного подхода, который позволит управленческие функции по обеспечению непрерывного процесса продвижения информационного продукта рассматривать как непрерывную серию взаимосвязанных процессов, осуществляемых в границах структурных организационных подразделений предприятий информационного бизнеса[10].

Таким образом, в комплексе экономико-математических моделей маркетингово-ориентированного управления предприятием в сфере информационного бизнеса (экономико-математическая модель планирования маркетинговых мероприятий, оценки эффективности их внедрения предприятиями информационного бизнеса, модель интегрированной системы маркетингово-ориентированного управления предприятием в сфере информационного бизнеса) реализуются принципы процессного, системного, ситуационного подходов к управлению маркетингово-ориентированным предприятием. Отсюда целесообразно указанные модели представить в рамках единой концепции, где каждой для каждой функции маркетингово-ориентированного управления предприятием информационного бизнеса будет представлена соответствующая модель.

В соответствии с концепцией моделирования маркетингово-ориентированного управления предприятием в сфере информационного бизнеса на первом этапе планирования маркетинговой деятельности будут использоваться экономико-математическая модель планирования маркетинговых мероприятий и экономико-математическая модель оценки эффективности внедрения маркетинговых мероприятий предприятиями информационного бизнеса, в результате чего будет сформирована маркетинговая стратегия, позволяющая получить наибольшую прибыль предприятия на протяжении всего жизненного цикла информационного продукта.

На следующем этапе – организации и контроля маркетинговой деятельности предприятия информационного бизнеса – реализуется модель интегрированной системы маркетингово-ориентированного управления предприятием в сфере информационного бизнеса, на основании результатов которой определяется организационная структура управления и инструменты продвижения информационного продукта.

На этапе информационного обеспечения маркетинговой деятельности разрабатывается система поддержки решений маркетингово-ориентированного управления, взаимодействие с которой осуществляется через пользовательский интерфейс.

Рассмотренная концепция моделирования маркетингово-ориентированного управления предприятием в сфере информационного бизнеса в виде схемы представлена на рис 1.

Как можно видеть из рис 1, не только этапы маркетингово-ориентированного управления предприятием в сфере информационного бизнеса последовательно взаимосвязаны между собой, но и результаты реализации каждого этапа также взаимосвязаны. Так, на основании маркетинговой стратегии предприятия определяется организационная структура управления, в рамках которой используются определенные инструменты продвижения информационного продукта. Интерфейс системы поддержки решений маркетингово-ориентированного управления предприятием информационного бизнеса позволяет выбрать маркетинговую стратегию, которую необходимо использовать, а затем представляет набор управленческих функций через тот же самый пользовательский интерфейс. Такая взаимосвязь предложенных моделей способствует выявлению слабых мест в непрерывном процессе в продвижении информационного продукта на рынке, а понимание в контексте наличия общей цели и маркетинговой стратегии деятельности компании позволяет достичь глобальных целей развития предприятия.

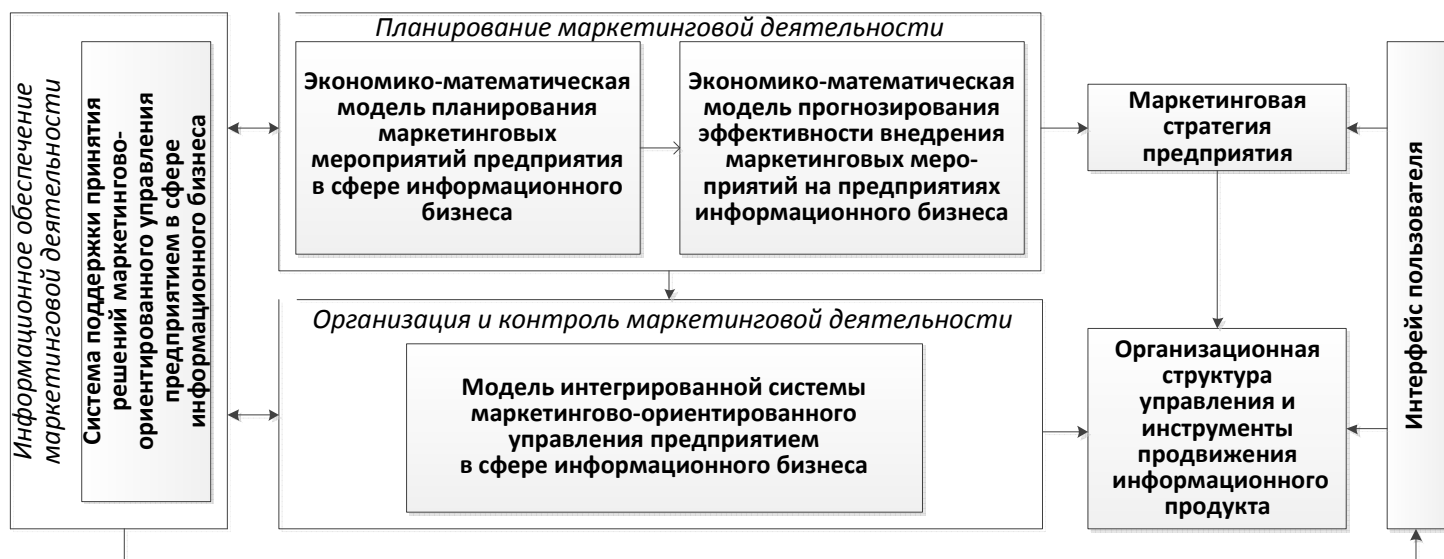


Рис 1. Концепция моделирования маркетингово-ориентированного управления предприятием в сфере информационного бизнеса.

Таким образом, предложенная концепция моделирования маркетингово-ориентированного управления предприятием в сфере информационного бизнеса, основанная на принципах управления маркетингово-ориентированным предприятием, предоставляет возможность за короткий промежуток времени значительно улучшить экономические показатели за счет эффективного удовлетворения запросов потребителей.

## Литература

1. Берестнев П. Информационный Интернет-бизнес изнутри / П. Берестнев. – М.: Издательство Виртуального Колледжа электронной коммерции, 2005. – 66 с.
2. Тамбовцев В.Л. Пятый рынок: экономические проблемы производства информации / В.Л. Тамбовцев. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – 127 с.
3. Введение в информационный бизнес: учеб. пособие / [О.В. Голосов, С.А. Охрименко, А.В. Хорошилов и др.]. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 238 с.
4. Майоров С.И. Информационный бизнес: коммерческое распространение и маркетинг / С.И. Майоров. – М.: Финансы и статистика, 1993. – 128 с.
5. Коломієць Г.С. Інформаційна продукція: ринок, маркетинг, підготовка кадрів / Г.С. Коломієць, А.Л. Маньковський – К.: Либідь, 1991. – 176 с.
6. Сидоров А.А. Экономические аспекты информационных технологий / А.А. Сидоров // Теория и практика управления, 2001. – №1. – С.86-91.
7. Кузнецов В.С. Интегрированная модель системы маркетингово-ориентированного управления предприятием в сфере информационного бизнеса / В.М. Кравченко, В.С. Кузнецов // Вісник Бердянського університету менеджменту і бізнесу. - 2012. – №3(19) – С. 91-96.
8. Кузнецов В.С. Модель планирования маркетинговых мероприятий предприятиями сферы информационного бизнеса / В. С. Кузнецов // Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Економіка», 2012. – Вип. 6 (3). – С. 119-124.
9. Кузнецов В.С. Системно-динамічний підхід до прогнозування ефективності впровадження маркетингових заходів на підприємствах ринку інформаційних продуктів та послуг України / В. С. Кузнецов // Вісник Тернопільського національного економічного університету. - 2011. – Вип. 3. – С. 72-77.
10. Кузнецов В.С. Экономико-математическая модель прогнозирования эффективности внедрения маркетинговых мероприятий на предприятиях информационного бизнеса / В. С. Кузнецов // Модели управления в рыночной экономике. - 2012. – №15 – С. 88-102.
1. Berestnev, P. (2005), *Information Internet business inside*, Moscow, Publishing Virtual College e-commerce.
2. Tambovtsev, V.L. (1993), *Fifth market: economic problems of information production*, Moscow, Moscow State University Press.
3. Golosov, O.V., Ohrimenko, S.A., Khoroshilov, A.V. (1989), *Introduction to Business Information*, Moscow, Finance and Statistics.
4. Majorov, S.I. (1993), *Business Information: commercial distribution and marketing*, Moscow, Finances and Statistics.
5. Kolomyjec, G.S. (1991), *Information products: market, marketing, training*, Kiev, Lybid.
6. Sidorov, A.A. (2001), "Economic aspects of information technology", *Theory and Practice of Management*, Vol. 1, pp.86-91.
7. Kuznetsov, V.S., Kravchenko V.M. (2012), *The integrated model of marketing-oriented business management in the field of information business*, *News of Berdyansk university of management and business*, Vol. 3 (19), pp. 91-96.
8. Kuznetsov, V.S. (2012), *The model of planning marketing activities companies in the realm of information business*, *Journal of Dnepropetrovsk University*, Dnepropetrovsk, Vol. 6 (3), pp. 119-124.
9. Kuznetsov, V.S. (2011), *A system dynamic approach to predicting effectiveness of marketing activities in the business market information products and services Ukraine*, *Herald of Ternopil National Economic University*, Vol. 3, pp. 72-77.
10. Kuznetsov, V.S. (2012), "Economic and mathematical model predicting the effectiveness of the implementation of marketing activities in enterprises of information business", *Management models in the market economy*, Donetsk, Vol. 15, pp. 88-102.

---

## **ПРОБЛЕМЫ ОСВІТИ В ГАЛУЗІ ЕКОНОМІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ**

Проблемы образования в области экономической кибернетики  
Educational problems in the field of Economic Cybernetics

---

УДК 519.711

*Д.В. Беленко*  
канд. экон. наук

*Донецкий национальный университет*

### **РАЗРАБОТКА ПОДХОДА К ФОРМИРОВАНИЮ СИСТЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ В УКРАИНЕ**

В современном обществе образование стало одной из самых обширных сфер человеческой деятельности. Образование, особенно высшее, рассматривается как главный фактор социального и экономического прогресса. В Украине в последнее десятилетие особенно настойчиво дают о себе знать проблемы в системе высшего образования, которые накопились за годы независимости. Так, в Украине в 2011 году выпуск студентов учебных заведений I-II уровня аккредитации составил 111 тыс. чел., студентов III-IV уровня аккредитации – 543,7 тыс. чел [3]. Уровень безработицы в двух возрастных группах от 14 до 25 лет и от 25 до 29 лет составляет 27,3% к количеству экономически занятого активного населения соответствующей возрастной группы [7]. Соответственно, каждый четвертый выпускник учебного заведения I-IV уровня аккредитации в возрасте до 29 лет – безработный. В то же время, каждый второй житель Украины имеет высшее и общее полное среднее образование [6]. Отсюда можно сделать вывод, что существующая на сегодняшний день система образования в Украине, как высшего, так и среднего, не является гарантией трудоустройства и обеспечения достойного уровня жизни, что, в свою очередь, порождает следующие проблемы: отсутствие мотивации и дисциплины у обучающихся, снижение уровня и качества образования, недостаточное обеспечение системы образования необходимыми ресурсами и т.д.

Таким образом, существующая система отечественного образования не способна справляться со своими задачами и становится серьезной преградой на пути дальнейшего экономического развития Украины.

Различные проблемы функционирования системы образования интенсивно разрабатываются современными отечественными и зарубежными учеными [1,2,4,8,9], в работах которых освещен широкий круг вопросов, касающихся развития системы образования в новых общественных условиях, ее реформирование, социальные аспекты обучения и дальнейшего трудоустройства молодых специалистов, состояние вузовской науки, формирование на базе вузов университетских научно-инновационных комплексов, ценностные ориентации преподавателей и студентов и др.

Несмотря на большое количество нововведений приносимых в традиционную систему образования, ожидаемых результатов они не дают. Выход из кризисной ситуации может быть только один – полная замена устаревшей модели образования на более эффективную.

Таким образом, целью написания статьи является разработка подходов к формированию системы высшего образования в Украине.

В Украине модель системы высшего образования была создана во времена Советского Союза. Необходимость наращивать оборонные и промышленные мощности Советского Союза привела к тому, что высшее образование было преимущественно естественно-техническим с наличием государственного заказа на количество выпускников. Руководствуясь своими геополитическими амбициями, СССР избрал так называемую акаде-

мическую модель высшего образования, направленную на подготовку молодых научных работников и инженеров-исследователей. Такая модель образования в СССР представляла собой очень сложный и тщательно сбалансированный комплекс средств и методов, который длительное время гарантировал высокий конечный уровень соответствия выпускников государственным стандартам с невысокой стоимостью их подготовки [1,8].

Среди достоинств советской системы высшего образования необходимо выделить ее способность осуществлять подготовку кадров практически по всем направлениям науки, техники и производства. Также, широко известно, что советские ВУЗы отличались высоким уровнем фундаментальной подготовки, в частности по естественнонаучным дисциплинам.

К основным недостаткам системы высшего образования СССР можно отнести то, что бесплатная подготовка специалистов и низкая оплата их труда девальвировали ценность высшего образования, а усредненный подход к студенту привели к падению престижа высокообразованного человека. Кроме того, тоталитарное управление образованием и унификация требований подавляли инициативу и ответственность профессорско-преподавательского состава [2,8].

В современной Украине указанные негативные характеристики обострились и дополнились тем, что существующая система высшего образования не обеспечивает населению Украины одинаковых возможностей для обучения в ВУЗах.

Таким образом, результатом использования советской модели системы высшего образования в Украине стало то, что в изменившихся условиях к трансформации оказались не готовы ни руководство страны, ни ВУЗы, ни сами студенты.

Для улучшения сложившейся ситуации в Украине был начат процесс масштабного реформирования системы образования с учетом «мировых стандартов» образования.

Для реализации мировых стандартов высшего образования вырабатываются единые критерии оценки качества образовательных услуг, вводится система образовательных кредитов, осуществляется переход на двухуровневую систему высшего образования и взаимное признание документов об образовании [9].

У европейской модели образования, которая реализуется в рамках Болонского процесса (процесс сближения и гармонизации систем образования стран Европы в рамках Болонского соглашения, с целью создания единого европейского пространства высшего образования) существует множество вариаций. Общей чертой европейской модели высшего образования является то, что студенты самостоятельно выбирают курсы из списков, предложенных в ВУЗе. Если студент посчитал, что ошибся в выборе, то в следующем году у него есть возможность записаться на другой курс. Длительность обучения также строго не регламентирована [8,9].

В США заимствованы некоторые элементы европейской системы образования, например, возможность выбора дисциплин. Кроме того, в США нет унифицированного школьного стандарта, т.е. школы устанавливают перечень и объем предметов, необходимых для выполнения программы начального и среднего образования, самостоятельно. Для разрешения проблемы общего низкого уровня американских абитуриентов в университеты США приглашаются студенты и ученые со всего мира [8].

Современная японская система образования была привнесена Соединенными Штатами после поражения Японии во Второй мировой войне. Суть японского подхода к образованию заключается в том, что ребенок учится в начальной и средней школе 6 лет, в средней повышенной школе – 3 года. После ее окончания через три года он может поступить в университет и, проучившись там четыре года, продолжить обучение путем проведения исследовательской работы в докторантуре. Для японских учеников принято заниматься с репетиторами с начальных классов во внеурочное от занятий время [1,8].

Что касается расходов на образование, то здесь необходимо отметить, что Европейский союз тратит 1,3 процента от своего ВВП на высшее образование, США – 3,3%. В денежном выражении расходы на образование можно представить как 9,5 тыс. долл.

США на одного учащегося в странах ЕС и 38 тыс. долл. – в США. При этом общепризнанным является факт, что качество американского образования ниже, чем в Европе.

Стоимость обучения в европейских университетах зависит от страны. Так, в Германии до 2007 года практически все университеты были бесплатны, в том числе и для иностранцев. На сегодняшний день стоимость обучения составляет 500-600 евро в семестр. Во Франции высшее образование – бесплатное, а студенты получают стипендии. В Великобритании действует установленный правительством тариф стоимости обучения в размере около 3 тыс. фунтов стерлингов в год. Средняя стоимость японского высшего образования – 4 тыс. долл. в год [4,9].

Высшее образование в США платное. При поступлении в университет студент подает параллельно две аппликации: относительно базового уровня знаний и удовлетворения финансовых потребностей для обучения. По финансовому запросу в зависимости от экономического положения и других факторов студент может претендовать на получение стипендии. Полные расходы на обучение, как правило, не покрываются с целью повышения ответственности студента за качество обучения. Стоимость обучения в США зависит от рейтинга университета. Так, например, в Гарварде стоимость обучения составляет 50-60 тыс. долл. в год, в других ведущих университетах страны – 35-50 тыс. долл. в год. Высокий уровень финансирования позволяет американским университетам набирать самых высококвалифицированных преподавателей, в том числе нобелевских лауреатов [1,9].

Несмотря на различия в проанализированных системах образования, у них есть одна общая черта – предоставление студенту возможности самостоятельно выбирать направление своего обучения и нести ответственность за сделанный выбор, что, в конечном итоге, повышает его самомотивацию к обучению. Однако присутствуют недостатки, которые не позволяют слепо копировать зарубежный опыт в Украине. Так, высокая стоимость высшего образования в США, которая позволяет индивидуально подходить к каждому студенту, неприемлема в современных условиях развития украинской экономики. Японский подход к самостоятельным дополнительным и внеурочным занятиям противоречит украинской ментальности и не может быть искусственно привит студентам украинских ВУЗов. Совмещение обучения в университете с трудовой деятельностью на протяжении длительного периода времени, как это принято в европейских странах, также не может быть реализовано по экономическим причинам.

Таким образом, анализ моделей системы высшего образования в мире, их достоинств и недостатков позволяет сделать вывод, что для Украины в центре внимания остается поиск подходов к формированию собственной системы высшего образования, которая, учитывая мировые стандарты высшего образования, будет способствовать развитию Украины во всех сферах жизни общества.

Отправной точкой разработки подходов к формированию собственной системы высшего образования в Украине является необходимость решения проблем, которые можно разделить по уровням их актуальности. Так, на правительственном уровне актуальной проблемой является необходимость переориентации системы образования на подготовку специалистов для реального сектора экономики: инженеров, биологов, математиков [5]. Для населения главной проблемой выступает высокая плата за обучение [2]. В совокупности указанные проблемы снижают эффективность высшего образования за счет следующих причин:

доступ к образовательной системе имеют не наиболее способные, а наиболее платежеспособные абитуриенты;

выпускники ВУЗов уходят в сферы экономики, не соответствующие полученным ими образованию.

Очевидным решением этих проблем является бесплатное образование для абитуриентов с дальнейшим обязательным трудоустройством в тех сферах украинской экономики, которая испытывает дефицит профессиональных специалистов, и повышение качества специалистов за счет индивидуального подхода к обучению для абитуриентов, кото-



рые намерены самостоятельно оплачивать свое обучение в ВУЗе. Отсюда, в качестве подхода к формированию системы высшего образования Украины можно предложить интеграцию в рамках одной образовательной системы массового и индивидуального типов обучения. Массовый подход к обучению, который, как уже сказано выше, был сформирован в советский период, наибольшее применение получил при обучении на естественно-научных специальностях, т.е. именно тех, в которых остро нуждается современная экономика Украины. Следовательно, целесообразным представляется не разрушать накопленный опыт, а использовать его в качестве фундамента при формировании системы высшего образования в Украине, решая таким образом вопросы социально-экономического развития Украины. Проблему же самофинансирования ВУЗа предлагается решать за счет развития современных методов обучения и применения их на практике при индивидуальном подходе.

Таким образом, решение сложной задачи разработки подхода к формированию системы высшего образования в Украине требует разработки не отдельных ее элементов, а последовательности действий по установлению структурных связей между элементами исследуемой системы. Исходной методологической основой разработки подхода к формированию системы высшего образования в Украине является системный анализ, использование которого дает возможность определить перечень показателей, которые поступают на вход системы, результаты ее деятельности, а также установить между ними обратные связи.

Использование системного анализа предполагает идентификацию набора входных и выходных величин. Так, входные величины можно определить как доступ к системе высшего образования, который характеризуется уровнем подготовки абитуриента и его платежеспособностью. Причем базовые школьные знания абитуриентов, которые намерены поступать на специальности, являющиеся приоритетными для государства, должны быть высокими.

На выходе системы высшего образования в Украине находится результат образования: востребованность студента на рынке труда. Обратными связями в системе высшего образования, которые позволяют оплачивать обучение студентов за счет бюджетных государственных средств и формируют спрос на высшее образование, выступает государственный заказ на определенные виды специальностей с дальнейшим трудоустройством студентов и самостоятельное трудоустройство студента, полученное за счет высокого качества образования и индивидуального подхода к обучению.

Внутренней характеристикой системы высшего образования выступает качество образования. Согласно стандартам ИСО [4], под качеством высшего образования следует понимать степень соответствия свойств какого-то объекта (продукта, услуги, процесса) некоторым требованиям (нормам, стандартам). Другими словами качество высшего образования – это соответствие высшего образования как социальной системы социально-экономическим потребностям, интересам личности, общества и государства. Как правило, говоря о качестве высшего образования, чаще всего имеется в виду качество результатов образовательной деятельности ВУЗа [2,4]. На практике, качество высшего образования определяется возможностью студента отвечать требованиям рынка труда.

Любое функционирование системы, особенно с большим числом элементов, связей, объемом циркулирующей внутри информации, требует наличия соответствующих механизмов, обеспечивающих структурные связи между элементами системы.

Таким образом, учитывая все вышесказанное подход к формированию системы высшего образования в Украине, можно представить в виде рис 1.

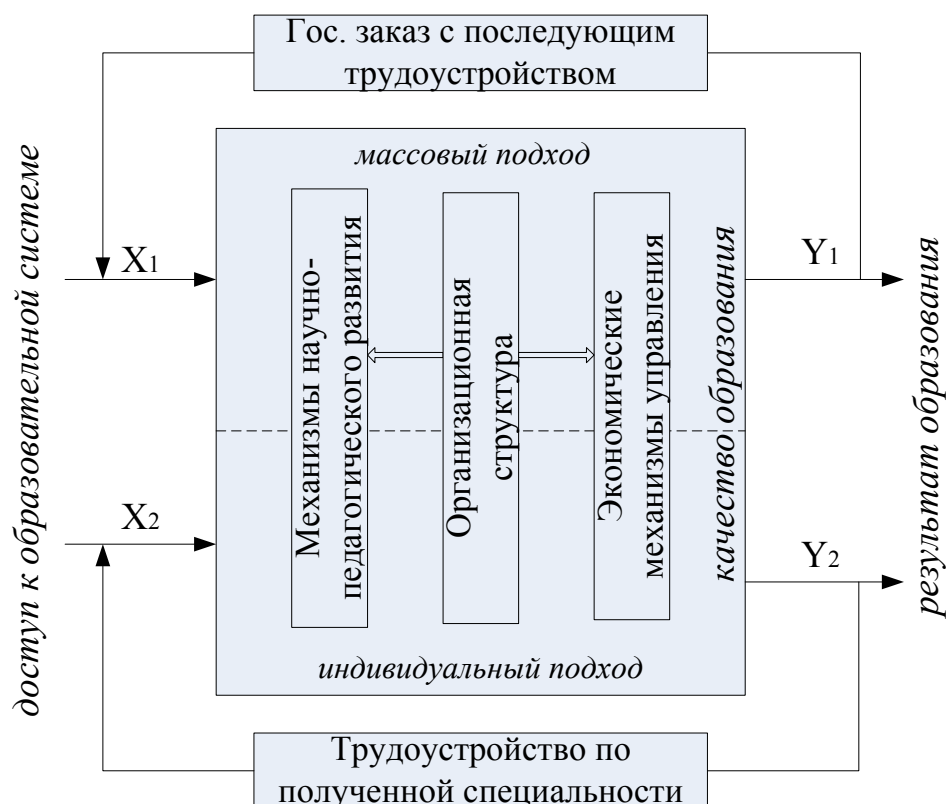


Рис 1. Подход к формированию системы высшего образования в Украине где  $X_1$  – уровень подготовки абитуриента;  $X_2$  – платежеспособность абитуриента;  $Y_1$  – студент, востребованный на рынке труда (при наличии обязательного распределения);  $Y_2$  – студент, востребованный на рынке труда.

Необходимо заметить, что предложенный подход к формированию системы высшего образования в Украине может оказаться жизнеспособным только при наличии соответствующих механизмов научно-педагогического развития, организационной структуры и экономического управления.

Результатом функционирования механизмов научно-педагогического развития должно стать [1,2,4]:

стимулирование студентов к углубленному изучению дисциплин и умению самостоятельно решать практические задачи за счет внедрения инновационных технологий обучения, соответствующих современному мировому уровню;

создание технологических инноваций и их трансферт за счет интеграции образования, науки и инновационной деятельности.

Результатом функционирования экономических механизмов управления является [1,9]:

финансовая самостоятельность структурных подразделений ВУЗа, полученная за счет внедрения системы бюджетирования на уровне каждого структурного подразделения;

уменьшение зависимости от отдельных источников финансирования за счет их диверсификация.

При наличии финансовой автономии университета и внедрения научно-педагогических инноваций необходимым становится соотношения организационной структуры ВУЗа с новыми требованиями, которые предусматривает введение в состав организационной структуры ряда отделов не являющихся традиционными для высшей школы, но которые позволяют функционировать университету, как объединению, члены которого, реализуя общие стратегические цели, обладают значительной академической и финансовой самостоятельностью [1,2].

Практический аспект разработки системы высшего образования в Украине требует детализации предложенного подхода на уровне отдельно взятого университета.

Исследуя сущность процесса управления университетом, можно предложить следующую последовательность этапов преобразования университета в рамках предложенного подхода к формированию системы высшего образования в Украине:

разработать стратегию трансформации ВУЗа;  
усовершенствовать процесс управления качеством образовательных услуг;  
разработать подход к интеграции образования, науки и инновационной деятельности;

усовершенствовать процесс распределения финансовых ресурсов по направлениям развития университетского комплекса;

усовершенствовать механизм трансформации организационной структуры ВУЗа;  
предложить методологический подход к организации системы управления университетом в едином информационном пространстве.

Реализация предложенных этапов может быть эффективна лишь при наличии методологического инструментария, обеспечивающего интеграцию образовательной и научной деятельности университета. В связи с этим для эффективного управления университетом в рамках предложенного подхода к формированию системы высшего образования в Украине необходимо теоретически обосновать и разработать методические основы управления развитием университетских комплексов.

Таким образом, предложенный подход к формированию системы высшего образования в Украине позволит подготовить студента, отвечающего требованиям рынка труда, что, в конечном счете, будет способствовать социально-экономическому развитию Украины.

### Литература

1. Астафьева Н.В. Инновационное развитие университетских комплексов: монография / Н.В. Астафьева. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. – 282 с.
2. Бутівщенко С.В. Соціально-педагогічні аспекти інноваційного розвитку державного управління вищою освітою України в умовах глобалізаційних викликів С.17-21 / С.В. Бутівщенко // Проблеми освіти: наук. зб.; Інститут інноваційних технологій і змісту освіти МОН України. – К., 2009. – Вип.61. – 17-21.
3. Вищі навчальні заклади [Електронний ресурс]: Державний комітет статистики України – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>
4. Карпов А.О. О развитии научного образования // Труды Научно-педагогического семинара «Наука в школе»/ А.О. Карпов // М.: Изд-во НТА «АПФН» (Сер.«Профессионал»), 2003. – Т.1. – С.16-22.
5. Попит та пропозиція робочої сили у 2011 році [Електронний ресурс]: Державний комітет статистики України – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>
6. Про кількість та склад населення України за підсумками Всеукраїнського перепису населення 2001 року [Електронний ресурс]: Державний комітет статистики України – Режим доступу: <http://2001.ukrcensus.gov.ua/results/general/estimated>
7. Рівень безробіття населення (за методологією МОП) за статтю, віковими групами та місцем проживання [Електронний ресурс]: Державний комітет статистики України – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>
8. Романова В. Л. Модели образования в современном мире / В.Л. Романова. – М.: Изд-во РАГС, 2008. – 102 с.
9. Филиппов В.М. Управление в высшей школе: анализ тенденций и перспектив развития: аналит. докл. / В.М. Филиппов, 2004. – 67 с.
1. Astafeva, N.V. (2008), *Innovative development of university complexes*, Ekaterinburg, Ural State Technical University.
2. Butivschenko, S.V. (2009), *Social and educational aspects of innovative development of the state of higher education in Ukraine under globalization challenges*, Problems of Education Science. Coll., Institute of Innovation and Technology Educational Science of Ukraine. - Kyiv, Vol. 61, pp. 17-21.
3. *Higher education institutions*, State Statistics Committee of Ukraine, available at: <http://ukrstat.gov.ua>
4. Karpov, S.A. (2003), *On the Development of Science Education*, Proceedings of the Scientific-pedagogical seminar "Science in School", Moscow, Publishing House of the NTA "APFN" (Series "Professional"), Vol. 1, pp.16-22
5. *Supply and demand of labor in 2011*, State Statistics Committee of Ukraine, available at: <http://ukrstat.gov.ua>
6. *About number and composition population of Ukraine in Census 2001*, State Statistics Committee of Ukraine, available at: <http://2001.ukrcensus.gov.ua/results/general/estimated>
7. *Unemployment rate (ILO) by sex, age group and place of residence*, State Statistics Committee of Ukraine, available at: <http://ukrstat.gov.ua>
8. Romanova, V.L. (2008), *Models of education in the modern world*, Moscow, Publishing House of the RAPA.
9. Filippov, V.M. (2004), *Management in Higher Education: analysis of trends and prospects: the analyte. Reports*.

УДК 338.27

**А. В. Верстяк***канд. екон. наук, доцент**Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича***В.П. Николюк***Буковинський державний фінансово-економічний університет*

## **СТРЕС-ТЕСТУВАННЯ РИНКОВИХ ФАКТОРІВ ПОШИРЕННЯ ФІНАНСОВИХ ІНФЕКЦІЙ**

В останні роки невід'ємним елементом ризик-менеджменту фінансових організацій, і, в першу чергу, банків та страхових компаній, є стрес-тестування. Дослідження МВФ показують, що в більшості країн регулятори фінансових ринків встановлюють вимоги до проведення стрес-тестів. В Україні на сьогодні практика застосування стрес-тестування не настільки широка, а пропозиції Центрального Банку з цього питання носять рекомендаційний характер. Разом з тим тенденції розвитку ринку дозволяють очікувати широкого розповсюдження стрес-тестування.

Проведення процедури стрес-тестування має дві труднощі: по-перше, складність полягає у виборі відповідної базової моделі ризику, по-друге, складно здійснити будь-які зміни в базовій моделі ризику для її модифікації.

Для вирішення першої проблеми, а саме підбору найбільш відповідного типу стрес-тесту, Ребонато в праці [1] пропонує використовувати БулевуБаєсову мережу. В праці фактори ризику визначаються як булеві змінні, які приймають 2 значення: "істинно" (true) або "хибно" (false). Після опису змінних фактори ризику з'єднуються між собою причинно-наслідковою баєсовою мережею (CausalBayesiannetworks): така мережа описує розподіл факторів ризику в умовах обмеженої кількості умовних ймовірностей. Зазначений подвійний алгоритм спрощення дозволяє здійснити переоцінку керованої кількості умовних ймовірностей. Потенційний недолік описаного методу полягає в тому, що хибна/істинна розбивка ризику може виявитись занадто "грубою" в моделюванні реалістичних сценаріїв ризику.

Вирішення другої проблеми, а саме включення методики стрес-тестування в моделі ризику, можна реалізувати на основі підходу "ентропічного об'єднання" запропонованого в [2]. В такому випадку дані, отримані в процесі апробації моделей стрес-тестів, повинні мати найменші відхилення від даних, що отримані в базовій моделі ризику, однак при цьому задовольняти власні умови (мірою відхилення при цьому виступає перекресна ентропія).

В праці [2] досліджується проведення стрес-тестів розподілів в двох випадках: при нормальній ситуації на ринку, а також при наявності розподілу, побудованого на основі історичних даних та методі Монте-Карло.

В теорії "Ентропічного об'єднання" [2] побудова розподілу здійснюється трьома методами:

1. Параметричний підхід - розподіл будується на основі наборів параметрів: нормальний розподіл, t-розподіл Стюдента або копули. Дослідження параметричних розподілів детально досліджено в праці [3].

2. Побудова розподілу на основі випадкових сценаріїв, наприклад імітаційне моделювання методом Монте-Карло, які аналізуються в [4, 5].

3. Побудова розподілу із використанням гістограм. В одновимірному випадку гістограма відображає дискретний набір детермінованих значень через рівні проміжки часу, а також відповідний розподіл ймовірностей або "комірок".

Слід зазначити, що в реальних практичних випадках ринок, який описаний гістограмою, є багатовимірним і тому потрібно враховувати набір декількох дискретних розподілів. Тому розглянемо  $N$  факторів ризику  $X \equiv (X_1, \dots, X_N)'$ , які вважаються дискретними, тобто для кожного  $n = 1, \dots, N$  фактор  $X_n$  може призвести тільки до набору  $K_n$  наслідків:

$$X_n \in \{x_{n,1}, \dots, x_{n,k_n}\}. \quad (1)$$

Наприклад, розглянемо випадок  $N \equiv 3$  факторів  $X_1, X_2, X_3$ . Припустимо, що змінна  $X_1$  означає зростання фондових індексів і набуває значень "низьке (L)", "середнє (M)" і "високе (H)"; змінна  $X_2$  описує дефолт відповідної країни і приймає значення "дефолт (D)" та "вихід із кризи (S)"; змінна  $X_3$  описує інтервенцію ЦБ із відповідними значеннями - "зменшення (C)" та "підвищення (R)" процентних ставок. Відповідно до (1) описані змінні можна записати так:

$$\begin{aligned} X_1 &\in \{L, M, H\}, \\ X_2 &\in \{D, S\}, \\ X_3 &\in \{C, R\}. \end{aligned} \quad (2-3)$$

Загальна кількість об'єднаних сценаріїв  $J \equiv \prod_{n=1}^N K_n$ . В праці [1], наприклад, всі змінні є булевими, тобто  $X_n \in \{T, F\}$ , і тоді кількість можливих сценаріїв  $J \equiv 2^N$ .

Відповідно, можна сформувати матрицю  $X$  розмірності  $J \times N$  із Job'єднаних сценаріїв Призик-факторів. Випадкові властивості зазначених подій описується  $J$ -вимірним вектором  $p$ -ймовірностей кожного сценарію. Позначимо через  $(X, p)$  апріорний розподіл ринку. В нашому прикладі існує  $J = 3 \times 2 \times 2 = 12$  об'єднаних сценаріїв. Припустимо, що для всіх сценаріїв існує однакова ймовірність, тоді апріорний розподіл буде виглядати так(4):

	X	
	L	
D C	L	/12
	R	
D R	L	/12
	C	
S C	L	/12
	R	
S R	L	/12
	M	
D C	M	/12
	R	
D R	M	/12
	C	
S C	M	/12
	H	
S R	H	/12
	C	
D C	C	/12

H	
D R	/12
H	
S C	/12
H	
S R	/12

Ребонато [1] визначає апіорні ймовірності через задання структури мережі Баєса, тобто відбувається заміна ймовірностей  $\mathbf{P}\{x_1, \dots, x_N\}$  :

$$\mathbf{P}\{x_1, \dots, x_N\} \equiv \prod_{n=1}^N P\{x_n | \mathbf{x}_{c(n)}\}, \quad (5)$$

де  $\mathbf{x}_{c(n)}$  означає набір змінних  $\{x_1, \dots, x_N\}$ , які мають причинно-наслідкові зв'язки із фактором  $X_n$ .

Наприклад, представимо що у нашому випадку зміна  $X_1$  викликана тільки змінною  $X_3$ , а, отже, згідно із мережею Баєса  $\{X_2; X_1 \leftarrow X_3\}$ . Тому вектор  $\mathbf{p}$  в (5) може бути генерований таким чином:

$$\mathbf{P}\{x_1, x_2, x_3\} = \mathbf{P}\{x_1 | x_3\} \mathbf{P}\{x_2\} \mathbf{P}\{x_3\}. \quad (6)$$

Отже ймовірності будуть виглядати так:  $\mathbf{P}\{X_2 = D\}$ ,  $\mathbf{P}\{X_3 = C\}$ ,  $\mathbf{P}\{X_1 = L | X_3 = C\}$ ,  $\mathbf{P}\{X_1 = M | X_3 = C\}$ ,  $\mathbf{P}\{X_1 = L | X_3 = R\}$  та  $\mathbf{P}\{X_1 = M | X_3 = R\}$ .

В більш загальному випадку ми можемо визначити апіорний розподіл використовуючи частотну оцінку, яка і буде використана нижче для дослідження поширення фінансових інфекцій в Україні.

Об'єктом проведення стрес-тестування в досліджуваному випадку виступають особливості розподілу факторів ризику  $X$ . Як правило при проведенні стрес-тестів визначається кореляція та волатильність ризик-факторів.

Позначимо через  $\tilde{\mathbf{P}}$  суб'єктивну ймовірність певного практика, а через  $k$  – його прогноз:

$$\tilde{\mathbf{P}}\{X_{n1} \in x_{n1}, X_{n2} \in x_{n2}, \dots | X_{m1} \in x_{m1}, X_{m2} \in x_{m2}, \dots\} \leq \tilde{v}_k, \quad (7)$$

де  $x_n$  - це підмножина потенційних вихідних параметрів (1) фактор-ризиків  $X_n$ ;  $\tilde{v}_k$  - суб'єктивний поріг ймовірності.

Наприклад, розглянемо стрес-тест: ймовірність дефолту країни 30%, а зміна фондових індексів (середнього значення) – 70%, тоді:

$$\tilde{\mathbf{P}} = \{X_1 \in \{M, H\} | X_2 = D\} \geq 0,7, \quad (8)$$

$$\tilde{\mathbf{P}} = \{X_2 = D\} \geq 0,3. \quad (9)$$

Кожний прогноз або стрес-тест може бути доданий лінійними обмеженнями вектора  $\tilde{\mathbf{p}}$  (для суб'єктивних ймовірностей, які асоційовані з кожним сценарієм). Так, позначимо через  $I_{jnt(k)}$  індикатор сценаріїв, при яких задовольняються умови стрес-тесту (7), які позначимо через  $I_{cnd(k)}$ . Тоді, використовуючи тотожність  $\mathbf{P}\{A|B\} = \mathbf{P}\{A \cap B\} / \mathbf{P}\{B\}$  ми можемо переписати (5) у вигляді:

$$(I_{jnt(k)} - \tilde{v}_k I_{cnd(k)})' \tilde{\mathbf{p}} \leq 0. \quad (10)$$

Крім того, у особливому випадку, якщо умова відсутня, то (7) набуде вигляду:

$$I'_{jnt(k)} \tilde{\mathbf{p}} \leq \tilde{v}_k. \quad (11)$$

Обидва співвідношення (10)-(11) виступають лінійними обмеженнями на  $\tilde{p}$ . Розглянемо приклад (8), де:

$$I_{jnt} \equiv I_{X_1 \in \{M, H\} \cap X_2 = D}, \quad (12)$$

$$I_{cnd} \equiv I_{X_2 = D}. \quad (13)$$

З (4) отримаємо:

$$I_{jnt} = (0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 1, 1, 0, 0)', \quad (14)$$

$$I_{cnd} = (1, 1, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 1, 1, 0, 0)'. \quad (15)$$

Тоді, згідно із (10), стрес-тест (8) та (9) набуде вигляду:

$$-0,7\tilde{p}_1 - 0,7\tilde{p}_2 + 0,3\tilde{p}_5 + 0,3\tilde{p}_6 + 0,3\tilde{p}_9 + 0,3\tilde{p}_{10} \geq 0, \quad (16)$$

$$\tilde{p}_5 + \tilde{p}_6 + \tilde{p}_7 + \tilde{p}_8 + \tilde{p}_9 + \tilde{p}_{10} \geq 0,3. \quad (17)$$

Слід додати, що в праці [4] стрет-тест очікувань, кореляції та волатильності може бути виражений через лінійні обмеження на ймовірності, тобто прогноз (стрес-тест) може бути записаний як:

$$A\tilde{p} \leq b, \quad (18)$$

де  $A$  і  $b$  відповідно матриця та вектор, які задовольняють відповідні умови.

Стрес-тестування або здійснення прогнозів можуть бути і не відповідними реальній ситуації, оскільки існує можливість існування вектора  $p$ , який їх задовольняє і виступає, в свою чергу, вектором ймовірностей:

$$1'p \equiv 1, \quad p \geq 0. \quad (19)$$

В досліджуваному випадку для перевірки відповідності проведення стрес-тестування введемо співвідношення:

$$b \rightarrow b + \delta b, \quad (20)$$

де  $\delta b \geq 0$  - мінімальне відхилення, яке в загальному випадку тотожне нулю  $\delta b \equiv 0$ , однак в деяких випадках може бути і строго додатнім. Для знаходження  $\delta b$  розглянемо таку задачу:

$$\delta b \equiv \arg \min_x \{\gamma'x\}, \quad (21)$$

де  $x$  задовольняє умови:

$$x \geq 0, \quad (22)$$

$$Ap \leq b + x, \quad (23)$$

а  $p$  задовольняє умову (19). Вектор-константа  $\gamma \equiv -\ln(1-c)$  в задачі (21) виступає функцією відносної відповідності кожного прогнозу ( $c \in (0, 1)$ ). Елементи вектора  $\gamma$  завжди додатні і, при цьому, наближені до нуля при низькій довірі прогнозу та строго більше нуля при високій довірі прогнозу. Тому задача (21) порушує прогнози з низькою довірою, а інші залишає незмінними.

Останній етап проведення стрес-тестів полягає у знаходженні апостеріорних значень досліджуваних змінних. Для цього розглянемо апріорний розподіл, який представлений множинною гістограмою  $(X, p)$  і введемо альтернативну гістограму  $(X, q)$ , де  $q$  - це новий вектор ймовірностей. Аналогічно попередньому підрозділу відстань від  $(X, p)$  до  $(X, q)$  можна виразити через перехресну ентропію:

$$\varepsilon(\mathbf{q}, \mathbf{p}) \equiv \sum_{j=1}^J q_j \ln \frac{q_j}{p_j}. \quad (24)$$

Перехресна ентропія дорівнює нулю тільки у тому випадку, якщо  $\mathbf{q} = \mathbf{p}$ , а в інших – строго додатна.

Апостеріорний розподіл представлений новими ймовірностями  $\tilde{\mathbf{p}}$ , які максимально наближені до відповідних апріорних значень та задовольняють умови (18)-(20). Однак перевірка відповідності прогнозу дещо інакша:

$$\tilde{\mathbf{p}} \equiv \arg \min_{\mathbf{Aq} \leq \mathbf{b} + \delta \mathbf{b}} \varepsilon(\mathbf{q}, \mathbf{p}). \quad (25)$$

Кількість змінних в (25) дорівнює  $J$ , тобто кількості об'єднаних сценаріїв.

Відповідно до розробленої методики здійснимо стрес-тестування фінансового ринку України з метою виявлення факторів поширення фінансових інфекцій. Для цього проведемо аналіз як зміниться індекс MSCI в Україні при зміні аналогічного індексу в країнах, які мають найбільші спреди кредитних дефолтних свопів, а отже - високу ймовірність дефолту.

Отже, розглянемо зміни індексу MSCI таких країн: Німеччина, Італія, Франція, Іспанія, Голландія, Бельгія, Греція, Португалія та Україна, які вважатимемо ризик факторами. Таким чином,  $N \equiv 9, Z_i, i = 1, \dots, 9$ . Здійснимо розподіл введеної змінної на три блоки:

$$X_n \equiv \begin{cases} 1, & \text{якщо } \Delta Z_n > \bar{q}_n \\ 0, & \text{якщо } \underline{q} \leq \Delta Z_n \leq \bar{q}_n, \\ -1, & \text{якщо } \Delta Z_n < \underline{q}_n \end{cases} \quad n = 1, \dots, 9, \quad (26)$$

де  $\Delta Z_n$  - це зміна індексу MSCI (тобто досліджуваний ризик-фактор), а обмеження  $\bar{q}_n$  та  $\underline{q}_n$  - відповідно верхня та нижня історична терциль.

В системі Matlab сформовано матрицю  $X$  розмірності  $J \times N$ , елементи якої містять всі сценарії  $X$ , де  $J = 3^9 = 19683$ , а  $N = 9$ , тому для визначення апріорної інформації потрібно присвоїти ймовірність  $p_j$  кожному з 19683 сценаріїв. У зв'язку з цим була сформована база даних щоденних індексів MSCI по дев'яти країнах у період з 30 червня 2008 року по 21 вересня 2012 року. Після цього проведено розрахунки зміни індексів, а також розраховані нижні та верхні терцилі відповідно до (26).

Для того, щоб переконатися, що жоден із сценаріїв не увійшов а апріорний розподіл, ми зменшили частотну оцінку для рівномірного розподілу:

$$\mathbf{p} \rightarrow (1-\epsilon)\mathbf{p} + 1\epsilon \frac{1}{J}, \quad (27)$$

де коефіцієнт усадки  $\epsilon \equiv 0,01$ .

На рис 1 (верхня частина) зображено гістограму апріорних ймовірностей.

Для кращого розуміння зазначених ймовірностей в табл 1. відобразимо кореляції між досліджуваними ризик факторами, значення яких отримано на основі апріорного розподілу.

Таблиця 1

Коефіцієнт кореляції між  $Z_i, i = 1, \dots, 9$  (апріорний розподіл), %

	IT	FR	ES	NL	BE	GR	PT	UA
DE	76	-15	23	20	39	-8,4	-20	28
IT	1	-15	21	12	5,2	-4,5	-18	31
FR		1	-44	10	-11	3,5	37	-15
ES			1	-9	14	5	-70	15



NL				1	-30	-40	5	-15
BE					1	31	8	24
GR						1	2	10
PT							1	-13

Джерело: розраховано автором в системі Matlab

До проведення стрес-тесту найбільші зв'язки індексу MSCI в Україні існують з Німеччиною, Італією та Бельгією. Відповідно зміни на фінансових ринках цих країн можуть призвести до відповідних змін і в Україні.

Проведення стрес-тесту.

Відповідно до отриманих історичних результатів задамо умови, які перевищують нормальні умови функціонування фінансових ринків країн для проведення стрес-тестування:

$\tilde{P}\{X_n = -1\} \geq 40\%$ ,  $\tilde{P}\{X_n = 1\} \geq 40\%$ ,  $n = 1, \dots, N$ , тобто ймовірність розміщення зміни індексів у верхній та нижній терцилі збільшена на 40%.

$$\tilde{P}\{X_1 \in \{-1, 0\} \cap X_2 \in \{-1, 0\} \cap X_8 = 1 \mid X_4 = 1\} \geq 50\%$$

$Cor\{X_1, X_2\} \leq 70\%$  - кореляція між зміною індексу MSCI в Німеччині та Італії не перевищить 70%.

Враховуючи апріорний розподіл та вищенаведені умови стрес-тесту розрахуємо апостеріорний розподіл у відповідності з (25). В нижній частині рис 1. зображено гістограму апостеріорних ймовірностей  $\tilde{p}$

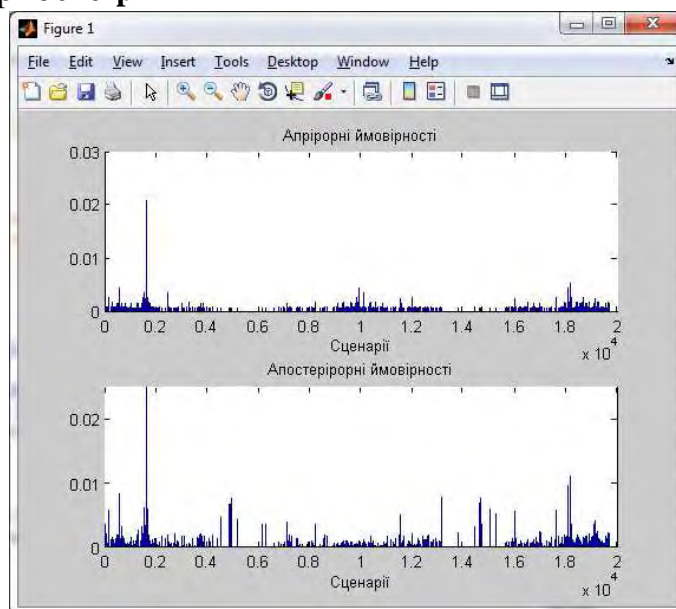


Рис 1. Порівняння апріорних (історичних) та апостеріорних (стрес-тестів) ймовірностей (Джерело: розраховано автором в системі Matlab)

Відповідні в кореляції між досліджуваними ризик факторами, значення яких отримано на основі апостеріорного розподілу наведенні в табл 2

Таблиця 2

Коефіцієнт кореляції між  $Z_i$ ,  $i = 1, \dots, 9$  (апостеріорний розподіл), %

	IT	FR	ES	NL	BE	GR	PT	UA
DE	58	-12	22	15	4,7	-7,7	-18	30
IT	1	-20	26	5,8	7,8	-3,9	-2,4	31
FR		1	-11	17	6,1	-75	21	-20

ES			1	-33	-46	8,6	-24	20
NL				1	34	-11	24	-24
BE					1	-5,3	12	24
GR						1	-20	12
PT							1	-20

Джерело: розраховано автором в системі Matlab

З таблиць 1-2 можна побачити як змінилися кореляції зміни індексів MSCI між досліджуваними країнами. Можна зробити однозначний висновок про наявність явища фінансової інфекції - зміна певних умов в одних країнах призводить до зміни індексів MSCI в інших. Так, проведення стрес тесту (а саме збільшення тісноти зв'язку між Німеччиною та Італією, зміна умов в Німеччині, Італії, Португалії та Іспанії) призвела до збільшення кореляції індексу MSCI між Україною та досліджуваними країнами.

Таким чином, розроблена модель стрес-тестування показує наскільки фінансова стабільність стійка при реалізації прогнозів і дає розуміння про можливі вразливості. Хоча екстремальні явища не можна спрогнозувати, вивчення їх впливу на ефективність роботи організації зміцнює розуміння ситуації.

Розроблена модель стрес-тесту визначає сценарій, який використовує спеціальний алгоритм для визначення очікуваного впливу на зміну ризик-факторів у випадку реалізації різних сценаріїв. Як приклад, фундаментальним ризик-фактором моделі є зміна індексу MSCI, однак модель дозволяє використовувати і інші характеристики, які впливають на поширення фінансових інфекцій: зміна процентних ставок, цін нафту, золото, зміна прибутковості, інші індекси (S&P 500) тощо.

### Література

1. Rebonato R. A Bayesian approach to stress testing and scenario analysis / R.A. Rebonato// Journal of Investment Management, Third Quarter. 2010. - pp. 121-135.
2. Attilio Meucci Fully Flexible Views: Theory and Practice [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://scrn.com/abstract=1413325>
3. Meucci A. Fully flexible views with parametric multivariate distributions, Working Paper Available [Електронний ресурс]. / A. Meucci, D. Ardia, S. Keel // Режим доступу: at <http://scrn.com/abstract=1143549>.
4. Meucci A. Historical scenarios with Fully Flexible Probabilities, GARP Risk Professional, Article and code available at December, 2010. - pp. 40—43. [Електронний ресурс]. / A. Meucci Режим доступу: <http://symnys.com/node/152>.
5. Meucci A. Effective number of scenarios with Fully Flexible Probabilities, GARP Risk Professional February, 2012. - pp. 32—35 Article and code available at. [Електронний ресурс]. / A. Meucci // Режим доступу: <http://symnys.com/node/162>.
1. Rebonato, R.A. (2010), “Bayesian approach to stress testing and scenario analysis”, Journal of Investment Management, pp. 121-135.
2. Attilio Meucci Fully Flexible Views: Theory and Practice, available at: <http://scrn.com/abstract=1413325>
3. Meucci, A. Fully flexible views with parametric multivariate distributions, available at: <http://scrn.com/abstract=1143549>.
4. Meucci, A. Historical scenarios with Fully Flexible Probabilities, GARP Risk Professional, available at: <http://symnys.com/node/152>.
5. Meucci A. Effective number of scenarios with Fully Flexible Probabilities, GARP Risk Professional, available at: <http://symnys.com/node/162>.

---

## ПОВІДОМЛЕННЯ

Сообщения

Notes

---

### ХVII ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-МЕТОДИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ «ПРОБЛЕМИ ЕКОНОМІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ»

26-28 вересня 2012 року кафедра економічної кібернетики та інформаційних технологій Одеського національного політехнічного університету разом зі співорганізаторами, такими, як Всеукраїнське громадське об'єднання „Українська асоціація економічної кібернетики“, Інститут економіки і прогнозування, Інститут економіки промисловості, Інститут економіко-правових досліджень, Інститут проблем ринку та економіко-екологічних досліджень, Інститут регіональних досліджень Національної академії наук України, а також Підкомісією з економічної кібернетики НМК «Економіка і підприємництво» та Донецьким національним університетом Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України при участі Державного науково-дослідного інституту інформатизації та моделювання економіки та Науково-дослідного економічного інституту Міністерства економіки України, було проведено XVI Всеукраїнську науково-методичну конференцію "Проблеми економічної кібернетики".

В конференції прийняли участь більш, ніж 60 провідних вищих навчальних та наукових установ МОНМС, Міністерства економіки та НАН України. Понад сто учасників з Одеси, Києва, Донецька, Дніпропетровська, Запоріжжя, Луганська, Алчевська, Івано-Франківська, Кіровограду, Харкова, Одеси, Сум, Львову, а також партнерів з Москви та Санкт-Петербурга (РФ) обговорювали доповіді за наступними секціями:

1. Сучасні напрямки моделювання економіки;
2. Інформаційні системи і технології в економіці -- проблеми впровадження та використання;
3. Актуальні проблеми, концептуальні моделі та прогнозування розвитку економіки регіону;
4. Проблеми підготовки спеціалістів з економічної кібернетики:

Зокрема, доповіді конференції також були присвячені питанням розробки та використання моделей економічного ризику і прийняття рішень за умов невизначеності; моделюванню нелінійної економічної динаміки, хаосу і катастроф, інтелектуальним інформаційним технологіям в економіці, прогнозам розвитку регіональних ринків та ін.

За результатами конференції вийшов збірник тез доповідей учасників конференції.

#### Международный журнал «Экономическая кибернетика» вошел в систему индексации «Индекс Коперника»



Система индексации научных изданий «Индекс Коперника» (Польша) является специализированной базой данных научных публикаций.

Эта система предназначена для ученых, аспирантов, соискателей, практиков, библиотекарей, редакторов журналов, государственных служащих и других категорий пользователей научной и специализированной информации.

Инновационный подход системы «Индекс Коперника» (IC) к информационным услугам заключается в ее интегрированности, интерактивности и содержательности. В отличие от большинства существующих систем индексации IC позволяет учитывать множество параметров научной информации помимо библиографического описания. Традиционные библиотечные базы данных предоставляют сведения об опубликованных

работах, сосредоточены на регистрации авторских прав или других параметрах. В свою очередь, IC обеспечивает связь между различными научными направлениями и, таким образом, действительно является интерактивной базой, отвечающей на более сложные запросы пользователя.

В рамках взаимодействия с пользователями системой IC предоставляются комплексные сведения по поисковым запросам. Это становится возможным благодаря использованию оригинального интерфейса, и это делает систему более интерактивной. Другими словами, пользователь может контролировать тип информации, которую он хочет получить.

С точки зрения открытости IC является глобальной научной базой данных, в которой регистрируется большое количество журналов и сборников статей. Важно отметить, что IC с уважением относится к различным научным сообществам и их представлению об информации, позволяя им определять, какая информация должна быть доступна всем, а какая должна быть конфиденциальной. Это важно с точки зрения патентного права. Следует отметить, что система IC также является мультикультурной и может быть настроена для различных стран в многоязычном режиме.

В общем, IC также может быть использована в качестве инструмента повышения производительности научных издательств, система существенно увеличивает шансы на финансирование и международное признание. Используя данную систему индексации, также можно определить совокупный вклад нескольких авторов. Можно отметить, что IC является инструментом увеличения производительности научного труда на международном уровне.

*IN MEMORIAM...*



**ЧУХНО  
АНАТОЛІЙ АНДРІЙОВИЧ**

*20.12.1926*

–

*19.11.2012*

19 листопада 2012 року пішов з життя вчений-економіст Чухно Анатолій Андрійович, доктор економічних наук, професор, академік Національної академії наук України.

Анатолій Андрійович був засновником сучасної Київської наукової школи економічної теорії, відомим українським економістом, професором кафедри економічної теорії економічного факультету Київського університету імені Тараса Шевченка, доктором економічних наук, професором, академіком Національної академії наук України, лауреатом премії Національної академії наук України ім. О.Г.Шліхтера (1989), ім. М.І.Туган-Барановського (1995) та ім. М.В.Птухи (2005), Заслуженим працівником вищої школи України, Заслуженим професором Київського університету імені Тараса Шевченка. А.А.Чухно також був головою комісії з наукової роботи Київського національного університету імені Тараса Шевченка, членом Ради науково-дослідного інституту фінансів при Міністерстві фінансів України, членом Міжвідомчої Координаційної Ради з економі-

чної теорії Національної Академії Наук України та Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

Народився Анатолій Андрійович у 1926 р. у місті Батурин Чернігівської області.

Навчання: у 1951 р. закінчив економічний факультет Київського державного університету імені Тараса Шевченка; у 1954 р. присуджено науковий ступінь кандидата економічних наук по спеціальності «Політична економія»; у 1963 р. присуджено науковий ступінь доктора економічних наук по спеціальності «Політична економія».

Трудова діяльність: у 1951–1963 рр. — працював на економічному факультеті на посадах асистента, доцента кафедри політичної економії; у 1963–1998 рр. — професор, завідувач кафедри економічної теорії гуманітарних факультетів; проректор університету з наукової роботи (1979-1985 рр.); з 1999 р. до останнього часу — професор кафедри економічної теорії економічного факультету.

Академік А.А.Чухно був засновником сучасної Київської наукової школи економічної теорії, що здійснює дослідження функціонування, розвитку і трансформації економічних систем суспільства. А.А.Чухно є автором і співавтором понад 600 наукових та науково-методичних праць, ініціював створення та організував проведення Всеукраїнської студентської олімпіади з економічної теорії і Всеукраїнського економічного симпозиуму.

Активно проводив науково-дослідну роботу з актуальних проблем економічної теорії. Опублікував понад 600 наукових праць, серед яких 13 індивідуальних і 17 колективних монографій, 14 підручників та навчальних посібників.

У 1967 р. обраний членом-кореспондентом НАН України. У 1988 р. обраний академіком НАН України. Підготував понад 100 науковців: 32 доктори та більше 70 кандидатів наук.

У 1976 р. було присвоєно почесне звання «Заслужений працівник вищої школи України». Також Чухно А.А. отримав звання заслуженого професора Київського національного університету імені Тараса Шевченка (1999).

Нагороджений орденами: «Дружби народів» (1982), «За заслуги» III ступеня (1996), «За заслуги» II ступеня (2001).

Відзначений «Дипломом Почета» ВДНГ СРСР (1969), Золотою медаллю ВДНГ СРСР (1985), премією імені О. Г.Шліхтера (1988), імені М.І. Туган-Барановського (1995), премією НАН України імені М.В.Птухи (2005), Грамотою (1967) та Почесною Грамотою (1981) Президії Верховної Ради УРСР, Почесною Грамотою Верховної Ради України (2004), Подякою Кабінету Міністрів України (2006), Почесною грамотою Президента України (2009).

Редакція міжнародного наукового журналу «Економічна кібернетика», чисельні учні, та вся наукова спільнота пам'ятатимуть Анатолія Андрійовича як зразкового вченого, лідера економічної науки України.

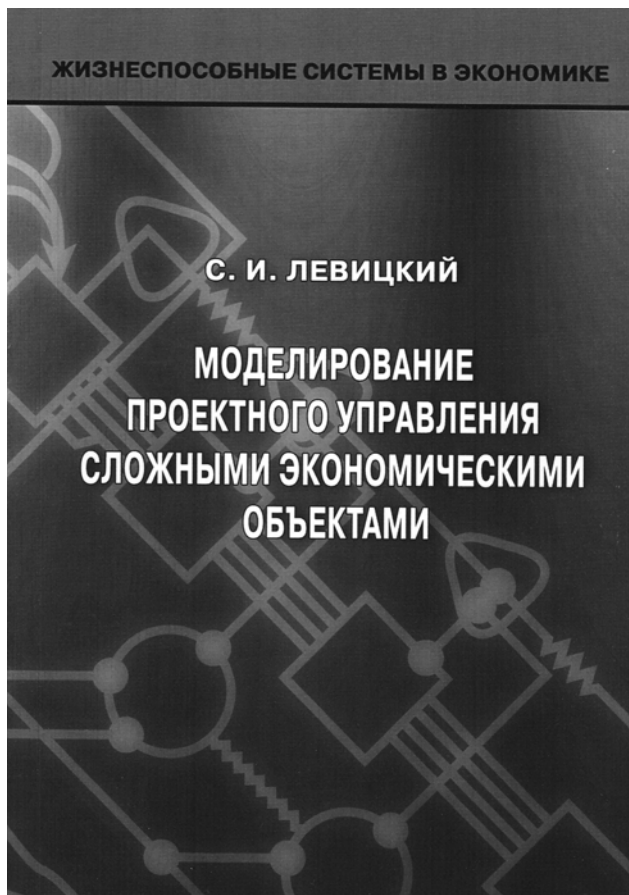
---

## РЕЦЕНЗІЇ

Рецензии  
Reviews

---

**Левицкий С.И. Моделирование проектного управления сложными экономическими объектами: монография / С.И. Левицкий; [научн. ред. проф. Ю.Г. Лысенко]. — Донецк : Юго-Восток, 2012. — 340 с. (Сер. : Жизнеспособные системы в экономике = Життєздатні системи в економіці).**



В останні роки дослідженням в галузі управління проектами приділяється все більше уваги вчених-економістів. Особливу вагу такі дослідження мають саме для України, економіка якої у даний час потребує значного вдосконалення. Це пов'язано з розвитком нових ринкових механізмів управління економічними об'єктами на всіх рівнях. Крім того, слід зазначити, що формування і розвиток економіки України відбувається у складних і нестабільних економічних умовах. Як свідчить аналіз, впровадження промислових, інвестиційних та інноваційних заходів здійснюється без належного урахування особливостей проектного управління. Про це свідчить також той факт, що більшість впроваджень стають або неефективними внаслідок перевищення бюджету та строків, або взагалі не досягають успіху.

Зрозуміло, що така ситуація в економіці не дозволяє на рівні, як окремих проектів, так і підприємств в цілому, вирішувати нагальні проблеми, проте навпаки, сприяє їхньому поглибленню. Таким чином, в умовах обмежених ресурсів, часу та коштів питання їхнього ефективного використання для забезпечення ефективності проектів є дуже актуальними. У цьому зв'язку монографія, що рецензується в значній мірі заповнює прогалину у теоретичних розробках по цьому питанню.

Так, вдалим є розгляд і опис проблем управління проектами з погляду системного підходу, а запропоновані моделі управління ними для складних економічних об'єктів є без сумніву цікавими.

Особливо хотілося б відзначити логіко-структурну схему представлення матеріалів монографії, де автор починаючи з системного аналізу складного економічного об'єкту, послідовно, комплексно розглядає всі етапи дослідження проекту як специфічного виду господарського процесу, управління ним за допомогою економіко-математичних моделей та методів, розробці механізмів впровадження результатів моделювання у практику діяльності промислових підприємств, сферу науки і освіти, комунальне господарство, еколого-економічних об'єктів.

В результаті проведеного автором аналізу відокремлено принципи проектного управління, як на системному рівні, так і на рівні окремих бізнес-проектів. Проаналізовано особливості використання проектного підходу до управління складними економічними об'єктами, відокремлено проблеми моделювання у цій сфері, запропоновано шляхи удосконалення модельного інструментарію. Також в дослідженні було показано, що пошук адекватного математичного апарату для розв'язання означеної

проблеми обмежено багатовимірністю та нелінійністю економічних об'єктів, тому використання імітаційного моделювання є найбільш органічним способом дослідження.

Найважливішим підсумком виконаної роботи стала розробка концепції моделювання проектного управління складними економічними об'єктами. Основою даної концепції є удосконалення проектного підходу до управління з урахуванням вимог до самоорганізації життєздатних систем по С.Біру, нечіткості впливу зовнішнього економічного середовища з використанням апарату теорії нечітких множин та слабких сигналів та змін організаційної складової управління на базі динамічного ядра проекту.

У напрямку моделювання виробничо-економічних систем у промисловості розроблено моделі проектного управління стратегією складних економічних об'єктів, їх виробничими та економічними параметрами, проведено моделювання проектного управління персоналом та організаційною структурою, розглянуто питання моделювання проектних характеристик для незавершених промислових об'єктів у вугільній галузі.

Для моделювання процесів управління комерціалізацією наукових досліджень проаналізовано актуальні проблеми у цій галузі, розроблено моделі системної динаміки та оцінки економічної ефективності наукоємних підприємств, удосконалено моделі проектного фінансування і формування конкурентного середовища за допомогою методів нелінійної динаміки.

У межах задачі моделювання еколого-економічних систем автором удосконалено модель розвитку ринку вторинних ресурсів, а також розроблено підходи до проектного управління їх переробкою у вугільній галузі. Крім того, розглянуто питання моделювання еколого-економічних проектів з урахуванням переробки вторинних ресурсів.

Результати роботи багаторазово рецензувалися та обговорювалися з позитивною оцінкою на наукових конференціях, включаючи міжнародні. Вони широко опубліковані в науковій літературі, представлені у вагомій кількості: вісім монографій, одна з яких написана одноосібно, та понад 50 наукових праць, серед яких дві третини складають наукові статті в фахових журналах та збірниках наукових праць.

Робота виконана із застосуванням сучасних наукових методів дослідження. Результати широко впроваджено на регіональному рівні, у низці великих промислових підприємств, у сфері приватного підприємництва, а також в навчальному процесі підготовки бакалаврів, спеціалістів і магістрів економічних спеціальностей у вищих навчальних закладах України.

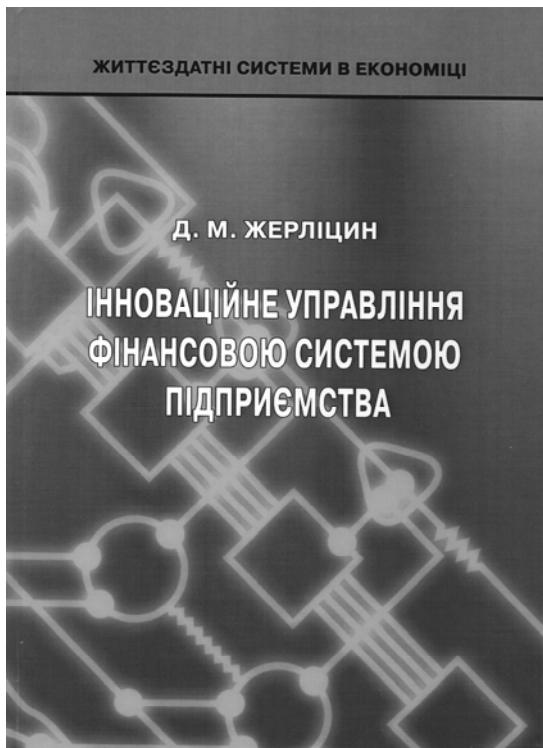
Результати дисертації є вагомим внеском у розвиток теорії та практики економіко-математичного моделювання із застосуванням сучасних інформаційних систем і технологій. Представлена робота по своїй актуальності, науковій новизні та практичній цінності повністю відповідає вимогам, які висуваються Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України до дисертацій, представлених на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук.

Монографія досить повно висвітлює весь спектр питань, що виникають у процесі дослідження поведінки проекту в нестабільних умовах, а результати, що представлені в монографії, є результатами самостійного наукового дослідження автора. Вона повинна бути корисною для студентів, аспірантів і вчених-економістів, що займаються питаннями управління проектами.

Для фахівців в області економіки ця книга становить інтерес саме широким охопленням і системним підходом до проблеми управління взагалі, і управління проектами зокрема.

В цілому, можна сказати, що представлена монографія підготовлена на високому науковому рівні, із глибоким розумінням розглянутого матеріалу, викладена в цікавій, зрозумілій і логічній формі. Вона буде корисна студентам і аспірантам економічних спеціальностей, і також науковцям і практикам, зайнятих у дослідженнях управління промисловими, інвестиційними та інноваційними проектами.

*М.М. Іванов  
Завідувач кафедри менеджменту організацій  
Класичного приватного університету  
(м.Запоріжжя), д.е.н., професор,*

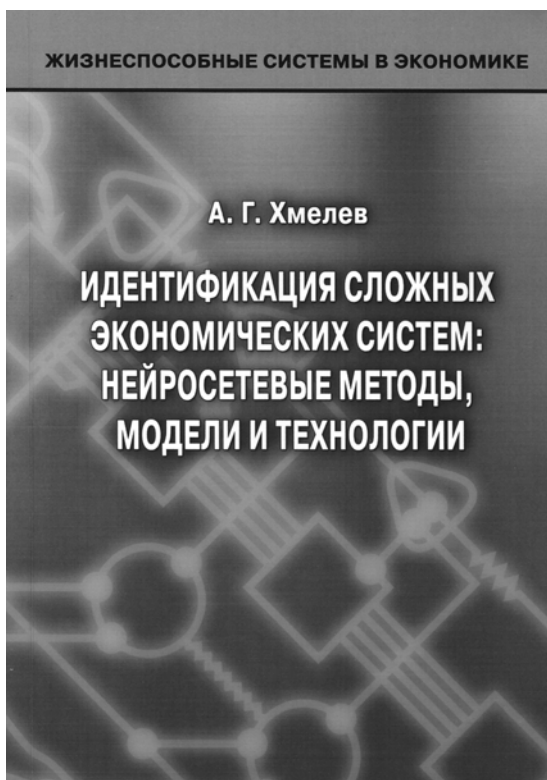


У монографії проведено методологічний аналіз сучасних механізмів управління фінансами підприємств. Визначено концепцію та інноваційні інструменти управління фінансовою системою підприємства. Сформульовано комплекс механізмів, моделей та методів прийняття фінансових рішень на мікрорівні.

Для науковців, менеджерів підприємств, викладачів, докторантів, аспірантів, студентів економічних спеціальностей.

Жерліцин Д.М. Інноваційне управління фінансовою системою підприємства: монографія / Д.М. Жерліцин; за редакцією Ю.Г. Лисенка. – Донецьк: Юго-Восток, 2012. – 256с. (Сер.: Життєздатні системи в економіці = Жизнеспособные системы в экономике).

ISBN 978-966-374-729-3 УДК 330.341.1:336.717.18:001.8 ББК У29-93-210.302



Монографія посвящена проблеме идентификации сложных экономических систем, для решения которой предложено использовать искусственные нейронные сети. Подробно рассмотрены существующие и предложены новые специальные методы предварительной обработки исходной информации для проведения процедур нейросетевой идентификации, проанализированы условия применения различных нейросетевых архитектурных решений для идентификации сложных экономических систем в теоретическом и прикладном аспектах, показаны пути решения проблем вычислительной сложности нейросетевой идентификации, представлены нейросетевые экономико-математические модели, эффективные как для научных исследований сложных экономических систем, так и для практического использования в моделировании и управлении современными предприятиями.

Хмелев А.Г. Идентификация сложных экономических систем: нейросетевые методы, модели и технологии: монография \ А.Г. Хмелев; [научн. ред. проф. Ю.Г. Лысенко]. – Донецьк: Юго-Восток, 2012. – 296с. (Сер.: Жизнеспособные системы в экономике = Життєздатні системи в економіці).

ISBN 978-966-374-729-3 УДК 330.341.1:336.717.18:001.8 ББК У29-93-210.302



## ЗМІСТ ЖУРНАЛУ ЗА 2012 Р.

Назва статті	Номер	Стор.
<b>Теоретичні та методологічні проблеми економічної кібернетики</b>		
Лисенко Ю.Г., Андрієнко В.М., Захарченко В.Ю. Методологія Web-аутсорсінга	1-3	4-16
Заболоцький Т.М., Боднар Т.Д., Вітлінський В.В. Вибір оптимального портфелю за допомогою функції корисності на основі Value-at-Risk із загальними лінійними обмеженнями	4-6	4-11
<b>Моделювання в системах мікро- і макроекономіки</b>		
Лисенко Ю.Г., Бізянов Є.Є. Нечітка модель ефективності підсистеми нормування інформаційної системи управління промислового підприємства	1-3	16-25
Рекова Н.Ю. Моделювання вартості конфліктів у корпоративній структурі	1-3	25-32
Кравченко В.М., Лисенко О.Ю. Імітаційне моделювання поточкових процесів у системах виробництва та збуту металовиробів	1-3	32-46
Благуно І.С., Дмитришин Л.І. Гравітаційна модель просторового розподілу грошових доходів населення	4-6	11-17
Ляшенко І.М., Тадеєв Ю.П. Динамічний міжгалузевий баланс з випереджуючим аргументом	4-6	17-21
Гур'янова Л.С. Моделі оцінки збалансованості показників фіскальної політики	4-6	21-29
<b>Методи прийняття рішень</b>		
Мінц О.Ю. Методи оцінки ефективності вирішення задач ранжирування	1-3	51-57
Хохлов В.Ю. Оптимізація портфелю цінних паперів за нормою Трейнора	4-6	29-36
<b>Моделі та методи економічної динаміки, стійкості й рівноваги</b>		
Ляшенко І.М., Тадеєв Ю.П. Еколого-економічна динаміка з урахуванням інтелектуального капіталу	1-3	46-51
Яковенко О.Г., Шерстенников Ю.В. Моделювання динаміки розвитку виробництва в умовах монополістичної конкуренції	4-6	36-43
<b>Методи дослідження операцій та теорії систем</b>		
Сігал А.В. Застосування антагоністичних ігор для вибору структури оптимальної суміші	4-6	43-49
<b>Моделі менеджменту та маркетингу</b>		
Маковейчук К.О. Аналіз факторів підвищення конкурентоспроможності підприємств на основі новітніх інформаційно-комунікаційних технологій	1-3	57-63
Рамазанов С.К., Воронова Г.Г. Інструментарій оцінювання диспропорційності розвитку регіону як загрози економічній безпеці держави (на прикладі Луганської області)	1-3	63-68
Малаксіано М.О. Про планування оптимальних строків ремонтів та заміни складного портового обладнання за умов частково визначеного прогнозу рівня зайнятості	4-6	49-56
Кравченко В.М., Кузнецов В.С. Концепція моделювання маркетингово-орієнтованого управління підприємством у сфері інформаційного бізнесу	4-6	56-62

Назва статті	Номер	Стор.
<b>Проблеми освіти в галузі економічної кібернетики</b>		
Благодарний О.І., Северин В.С. Система моніторингу досягнення стратегії розвитку культурно-освітнього рівня населення регіону в єдиному інформаційному просторі	1-3	68-75
Біленко Д.В. Розробка підходу до формування системи вищої освіти в Україні	4-6	62-68
<b>Економетрика (методи статистичного аналізу і прогнозування)</b>		
Матвійчук А.В., Кайданович Д.Б. Розпізнавання образів у структурі цінкових кривих та прогнозування їх подальшого розвитку із застосуванням нейронних мереж зустрічного розповсюдження	1-3	75-86
Верстяк А.В., Николук В.П. Стрес-тестування ринкових факторів поширення фінансових інфекцій	4-6	68-75
<b>Комп'ютерні системи й інформаційні технології в економіці</b>		
Шабельник Т.В. Аналіз сучасних інформаційних систем маркетинго-орієнтованого управління	1-3	86-91
Яремко С.А. Управління інформаційною безпекою корпоративних систем на основі сучасних інформаційних технологій	1-3	91-97

**СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА ЗА 2012 Г.**

Название статьи	Номер	Стр.
<b>Теоретические и методологические проблемы экономической кибернетики</b>		
Лысенко Ю.Г., Андриенко В.Н., Захарченко В.Ю. Методология Web-аутсорсинга	1-3	4-16
Заболоцкий Т.Н., Боднар Т.Д., Витлинский В.В. Выбор оптимального портфеля с помощью функции полезности на основе Value-at-Risk с общим линейным ограничением	4-6	4-11
<b>Моделирование в системах микро- и макроэкономики</b>		
Лысенко Ю.Г., Бизянов Е.Е. Нечеткая модель эффективности подсистемы нормирования информационной системы управления промышленного предприятия	1-3	16-25
Рекова Н.Ю. Моделирование стоимости конфликтов в корпоративной структуре	1-3	25-32
Кравченко В.Н., Лисенко А.Ю. Имитационное моделирование потоковых процессов в системах производства и сбыта металлоизделий	1-3	32-46
Благунов И.С., Дмитришин О.И. Гравитационная модель пространственного распределения денежных доходов населения	4-6	11-17
Ляшенко И.Н., Тадеев Ю.П. Динамический межотраслевой баланс с опережающим аргументом	4-6	17-21
Гурьянова Л.С. Модели оценки сбалансированности показателей фискальной политики	4-6	21-29
<b>Методы принятия решений</b>		
Минц А.Ю. Методы оценки эффективности решения задач ранжирования	1-3	51-57
Хохлов В.Ю. Оптимизация портфеля ценных бумаг по норме Трейнора	4-6	29-36
<b>Модели и методы экономической динамики, устойчивости и равновесия</b>		
Ляшенко И.Н., Тадеев Ю.П. Экономолого-экономическая динамика с	1-3	46-51

Название статьи	Номер	Стр.
учетом интеллектуального капитала Яковенко А.Г., Шерстенников Ю.В. Моделирование динамики развития производства в условиях монополистической конкуренции	4-6	36-43
<b>Методы исследования операций и теории систем</b>		
Сигал А.В. Применение антагонистических игр для выбора структуры оптимальной смеси	4-6	43-49
<b>Модели менеджмента и маркетинга</b>		
Маковейчук К.О. Аналіз факторів підвищення конкурентоспроможності підприємств на основі новітніх інформаційно-комунікаційних технологій	1-3	57-63
Рамазанов С.К., Воронова Г.Г. Инструментарій оцінювання диспропорційності розвитку регіону як загрози економічній безпеці держави (на прикладі Луганської області)	1-3	63-68
Малаксиано Н.А. О планировании оптимальных сроков ремонтов и замен сложного портового оборудования при неполностью определенном прогнозе уровня занятости	4-6	49-56
Кравченко В.Н., Кузнецов В.С. Концепция моделирования маркетингово-ориентированного управления предприятием в сфере информационного бизнеса	4-6	56-62
<b>Проблемы образования в области экономической кибернетики</b>		
Благодарный О.И., Северин В.С. Система моніторингу досягнення стратегії розвитку культурно-освітнього рівня населення регіону в єдиному інформаційному просторі	1-3	68-75
Беленко Д.В. Разработка подхода к формированию системы высшего образования в Украине	4-6	62-68
<b>Эконометрика (методы статистического анализа и прогнозирования)</b>		
Матвійчук А.В., Кайданович Д.Б. Розпізнавання образів у структурі цінкових кривих та прогнозування їх подальшого розвитку із застосуванням нейронних мереж зустрічного розповсюдження	1-3	75-86
Верстяк А.В., Николюк В.П. Стресс-тестирование рыночных факторов распространения финансовых инфекций	4-6	68-75
<b>Компьютерные системы и информационные технологии в экономике</b>		
Шабельник Т.В. Аналіз сучасних інформаційних систем маркетинго-орієнтованого управління	1-3	86-91
Яремко С.А. Управління інформаційною безпекою корпоративних систем на основі сучасних інформаційних технологій	1-3	91-97
<b>CONTENTS OF 2011 YEAR</b>		
Article	Vol	Page
<b>Theoretical and methodological problems of economic cybernetics</b>		
Lysenko Yu.G., Andrienko V.N., Zakharchenko V.Yu. Methodology of Web-outsourcing	1-3	4-16
Zabolotskyy T.N., Bodnar T.D., Vitlinskyy V.V. Portfolio choice problem with the Value-at-Risk utility function under general linear constraints	4-6	4-11
<b>Modeling in micro- and macroeconomic systems</b>		
Lysenko Yu.G., Bizyanov E.E. Fuzzy model of effectiveness a rationing subsystem management information system of the industrial	1-3	16-25

Article	Vol	Page
enterprise		
Rekova N.Yu. Modeling the cost of conflict in the corporate structure	1-3	25-32
Kravchenko V.M., Lysenko A.Yu. Simulation of flow processes in production and sales of metal	1-3	32-46
Blagun I.S., Dmitrishin O.I. Gravity model the spatial distribution of money incomes	4-6	11-17
Lyashenko I.N., Tadeev Yu.P. Dynamic input-output balance with leading argument	4-6	17-21
Guryanova L.S. Estimation models of fiscal policy indices balance	4-6	21-29
<b>Decision-making</b>		
Mintz A.Yu. Methods for evaluating the effectiveness of solutions tasks ranging	1-3	51-57
Hohlov V.Yu. Portfolio optimization based on the Treynor ratio	4-6	29-36
<b>Models and methods of economic dynamics, stability and equilibrium</b>		
Lyashenko I.N., Tadeev Yu.P. Ecological-economic dynamics with consideration for intellectual capital	1-3	46-51
Yakovenko A.G., Sherstennikov Yu.V. Modelling of dynamics of enterprise development in conditions of the monopolistically competition	4-6	36-43
<b>Methods of the Operation Research and the System Theory</b>		
Sigal A.V. Application of Antagonistic Games to Select the Structure of Optimal Mixture	4-6	43-49
<b>Models of Management and Marketing</b>		
Makoveichuk K.O. Analysis of factors for enterprise competitiveness based on the newest information and communication technology	1-3	57-63
Ramazanov S.K., Voronova A.G. Tools estimation of regional development disproportionality as a threat to the state economic security (on the example of Lugansk region)	1-3	63-68
Malaksiano M.O. On the optimal repairs and retirement terms planning for complex port equipment when forecast level of employment is uncertain	4-6	49-56
Kravchenko V.N., Kuznecov V.S. The concept of marketing-oriented modeling of business management in the information business	4-6	56-62
<b>Educational problems in the field of Economic Cybernetics</b>		
Blagodarnijl A.I., Severin V.S. System for monitoring of the strategic development of the cultural and educational level of the population of the region in a single information space	1-3	68-75
Belenko D.V. Develop an approach to the formation of the higher education system in Ukraine	4-6	62-68
<b>Econometrics (methods of statistical analysis and forecasting)</b>		
Matviychuk A.V., Kaydanovich D.B. Pattern recognition in the structure of price curves and prediction of their future development using counterpropagation neural networks	1-3	75-86
Verstyak A.V., Nikoluk V.P. Stress testing market factors of the spread of financial contagion	4-6	68-75
<b>Computer systems and informational technology in economics</b>		
Shabelnik T.V. Analysis of modern information systems marketing-oriented management	1-3	86-91
Yaremko S.A. A management of corporate systems informative safety is on basis of modern information technologies	1-3	91-97

---

## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Сведения об авторах

Information about the authors

---

**Біленко Дар'я  
Вікторівна**

кандидат економічних наук, асистент кафедри економічної кібернетики Донецького національного університету.  
(Донецьк, Україна)

**Благун Іван Семенович**

доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри економічної кібернетики Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника,  
(Івано-Франківськ, Україна)

**Боднар Тарас  
Дмитрович**

кандидат фізико-математичних наук, науковий співробітник факультету математики Берлінського університету Гумбольдта  
(Берлін, Німеччина)

**Верстяк Андрій  
Васильович**

кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економіко-математичного моделювання Чернівецького національного університету імені Ю. Федьковича  
(Чернівці, Україна)

**Вітлінський Вальдемар  
Володимирович**

доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри економіко-математичного моделювання ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана»  
(Київ, Україна)

**Гур'янова Лідія  
Семенівна**

кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економічної кібернетики Харківського національного економічного університету  
(Харків, Україна)

**Дмитришин Леся  
Ігорівна**

кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економічної кібернетики Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника  
(Івано-Франківськ, Україна)

**Заболоцький Тарас  
Миколайович;**

кандидат економічних наук; старший науковий співробітник наукової лабораторії Львівського інституту банківської справи Університету банківської справи Національного банку України  
(Львів, Україна)

---

<b>Кравченко Володимир Миколайович</b>	кандидат економічних наук, доцент, докторант кафедри економічної кібернетики Донецького національного університету (Донецьк, Україна)
<b>Кузнєцов Володимир Сергійович</b>	Генеральний директор ТОВ «Прогноз Україна»
<b>Ляшенко Ігор Микола- йович</b>	доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри математичної інформатики КНУ ім. Шевченка (Київ, Україна)
<b>Малаксиано Николай Александрович</b>	кандидат фізико-математичних наук, доцент, докторант кафедри системного аналізу та логістики Одеського національного морського університету (Одеса, Україна)
<b>Николюк Віталій Петрович</b>	асистент Буковинського державного фінансово-економічного університету (Чернівці, Україна)
<b>Сигал Анатолий Викторович</b>	кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економічної кібернетики Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського (Сімферополь, Україна)
<b>Тадєєв Юрій Петрович</b>	кандидат економічних наук, доцент, докторант кафедри математичної інформатики КНУ ім. Шевченка (Київ, Україна)
<b>Хохлов Валентин Юрійович</b>	кандидат технічних наук, консультант з корпоративних фінансів та інвестиційного менеджменту (Київ, Україна)
<b>Шерстенников Юрій Всеволодович</b>	кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри економічної кібернетики Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара (Дніпропетровськ, Україна)
<b>Яковенко Олександр Григорович</b>	доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри економічної кібернетики Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара (Дніпропетровськ, Україна)

---

## РЕФЕРАТИ

Рефераты

Abstracts

---

**Portfolio choice problem with the Value-at-Risk utility function under general linear constraints [pp. 4–15]**

**Zabolotsky T.N., Bodnar T.D., Vitlinsky V.V.**

**Purpose and subject of research**

The paper is devoted to the problem on constructing an optimal portfolio with the highest expected utility in which to evaluate the risk of the portfolio is accepted VaR. In contrast to the classical method of constructing the portfolio with the expected use of quadratic utility, considered approach was not considered in scientific studies, since the use of VaR as a tool to calculate the risk of the portfolio and its construction is quite new.

**Research methodology**

The study is expected utility function of assigned based on Value-at-Risk and its application to the problem of rational choice structure of the portfolio.

**Value results**

Using the described method of constructing an optimal portfolio, particularly in banking is fully consistent with the recommendations of the Basel Committee. Using this method will allow banks to conduct transactions on the stock market under the Basel and, in addition, provided literacy restrictions, consider all the rules and limitations prescribed by law.

**Conclusions**

The paper considers a generalized and solved the problem of portfolio optimization where classical optimization condition (the sum of the portfolio weights are 1) is replaced by linear restrictions on weights.

---

**Gravity model the spatial distribution of money incomes [pp. 16–25]**

**Blagun I.S., Dmitrishin O.I.**

**Purpose and subject of research**

Resolving the placement of the new center, and assess the degree of influence of individual centers based on the new center, provide a basis for determining the spatial structure of sources of income and modifications of this structure prediction based on an analysis of its probabilistic characteristics.

**Research methodology**

The study laid model spatial distribution of cash income.

**Value results**

Detection of latent structures as a tool of analysis can yield fruitful results in the study of the behavior of the population, changes in sources of income for the statistical interpretation of regional differences in the consumption patterns of the population, the intensity of displacement in space, assess the conditions of life within urban areas.

**Conclusions**

The article proposes a gravity model the spatial distribution of money income, theoretical and practical significance of which is to determine the spatial structure of income sources and forecast modifications of such a structure based on the analysis of its probability characteristics.

---

**Dynamic input-output balance with leading argument [pp. 25–32]**

**Lyashenko I.N., Tadeev Yu.P.**

**Purpose and subject of research**

The paper treats the problem of building backbone trajectory equation Cauchy problem, where the backbone trajectory is a trajectory of maximum sustainable exponential growth equation.

**Research methodology**

This paper uses the model of Leontief "input-output" and differential equations.

**Value results**

The resulting main path should be used for economic development strategic planning.

---

**Conclusions**

In this paper the dynamic input-output model that takes into account the time lag construction and commissioning of new capacities. The existence of a single backbone path as the trajectory of maximum sustainable exponential growth. Based on the introduction of two hypotheses about the balance of values "consumption-production" held dual dynamic analysis model ahead of the item. Found that the line output growth and increasing prices of products are the same, the same trajectory as expressed through the right and left vectors Frobenius.

**Estimation models of fiscal policy indices balance [pp. 32–45]**

**Guryanova L.S.**

**Purpose and subject of research**

The aim of this study is the development of scenario models of socio-economic development of the regions as a result of the fiscal (fiscal) policies, which make it possible to analyze the structural imbalances in the perspective of territorial development period and determine the direction of fiscal policy adjustments aimed at their elimination or prevention.

**Research methodology**

We use econometric methods, multivariate analysis of panel data, casual and non-causal modeling approaches, mechanisms regulating the development of the territories at different hierarchical levels.

**Value results**

Developed scenario models predict socio-economic development of the regions as a result of the different options of fiscal policy, to evaluate the degree of regional disparities, identify disparities in development areas, to determine the sources of structural imbalances and on this basis to carry out timely adjustment of the parameters of fiscal policy.

**Conclusions**

The paper deals with a concept of generation a scenario model of public financial management and socio-economic development, which allows to estimate the consequences of different variants of distribution options in budget investments, subsidies, grants for the regions and to select an option of financial policy to ensure sustainable growth of the national economy and at the same time reducing inter-regional socio-economic differentiation.

**Portfolio optimization based on the Treynor ratio [pp. 46–50]**

**Hohlov V.Yu.**

**Purpose and subject of research**

The aim of the study is to develop a model of portfolio optimization allowance Traynor (ratio of return and systematic risk) and a corresponding algorithm.

**Research methodology**

The approach optimizing the ratio of return and risk, which was first proposed by Markowitz, but in this article instead of the full risk of the criterion of optimization and utility function for the Beta. The problem is solved by the proposed algorithm quadratic programming.

**Value results**

This study is based on the efficient market hypothesis, and that the stock market is developed and liquid. Most research in this area focused on optimizing the full risk and, in this paper we consider the systematic risk, this risk is rewarded by investors in developed markets. Optimization of the norm Traynor can be used to manage a well-diversified portfolio that is usually relevant for institutional investors.

**Conclusions**

The optimal portfolio in the area of return-beta are on convex polygons, as opposed to parabolic boundary effective in-plane yield risk. But when a large number of assets in the portfolio at a rate Traynor optimal portfolio is close to the optimum allowance Sharpe.

**Modelling of dynamics of enterprise development in conditions of the monopolistically competition [pp. 51–56]**

**Yakovenko A.G., Sherstennikov Yu.V.**

**Purpose and subject of research**

The aim of the article is to construct and study a model of the enterprise in monopolistic competition, study market equilibrium as a result of the interaction of



endogenous and exogenous parameters of the model and study the dynamics of companies in monopolistic competition.

**Research methodology**

Used the model under the system-dynamic modeling approach J. Forrester

**Value results**

The main problem to be solved is to study the dynamics of development and determine the conditions under which the company maximizes its capital accumulation. To build capacity of the enterprise managers make decisions regarding the allocation of half profit increase of fixed assets

**Conclusions**

The paper is constructed and studied a model of the enterprise in monopolistic competition. Market equilibrium obtained as a result of the interaction of endogenous and exogenous parameters of the model. The dynamics of the enterprise in monopolistic competition.

---

**Application of Antagonistic Games to Select the Structure of Optimal Mixture [pp. 57–62]**

**Sigal A. V.**

**Purpose and subject of research**

The subject of the study is to optimize the mix by changing their structure. The purpose of this article - to develop a method of choice of the optimal variant of the mixture, based on the solution of the corresponding zero-sum game.

**Research methodology**

This paper applies the game-theoretic method of choice of the optimal variant of the mixture, which allows you to find the desired structure of the optimal variant of the mixture.

**Value results**

Optimize the use of resources leads to the achievement of the best quality of a mixture that allows to stabilize the demand for these products and, consequently, makes it possible to reduce the level of economic risks faced by the manufacturer of the product. The use of such resource optimization leads to the achievement of the best quality of a mixture that can stabilize the demand for these products and, consequently, makes it possible to reduce the level of economic risks faced by the manufacturer of the product.

**Conclusions**

The article deals with the problem of creating the optimal mix and choice by changing its structure, i.e., selection of such proportions of ingredients of the mixture to the mixture itself has the best quality. In the evaluation of the quality of different options developed mixture attended by several independent experts. We propose a game-theoretic method for choosing the vector characterizing the structure of the optimal variant mixture.

---

**On the optimal repairs and retirement terms planning for complex port equipment when forecast level of employment is uncertain [pp. 63–67]**

**Malaksiano M. O.**

**Purpose and subject of research**

The subject of the study is to optimize the repair and replacement of complex equipment. The purpose of this paper is to study the problem of planning the optimal timing of repairs and replacement of equipment at the port complex is not fully defined the forecast level of his employment.

**Research methodology**

During the study, we used the method of economic and mathematical modeling, the method of simulated annealing, models reproductive management of parks equipment.

**Value results**

The developed model can be of practical interest in the further development of the proposed model for the study of multi-criteria evaluation strategies repairs and replacement of equipment.

**Conclusions**

The paper investigated the optimal timing of the planning of repairs and replacements sophisticated port facilities with fully determine the prognosis of employment. To describe the process of loading equipment, a model based on the use of random diffusion processes.

---

---

**The concept of marketing-oriented modeling of business management in the information business [pp. 68–74]**

**Kravchenko V.N., Kuznecov V.S.**

**Purpose and subject of research**

The aim of the article is to create a conception of modelling of informative business marketing-oriented enterprise management, which allows gross revenue of informative business enterprise maximize during all informative product life cycle.

**Research methodology**

Used the methodology of the informative business marketing-oriented enterprise management.

**Value results**

The main problem to be solved is to analysis of approaches to methodology of the informative business marketing-oriented enterprise management the complex of marketing-oriented models, which engulfs the complete cycle of marketing's measures, and can be presented as modeling informative business marketing-oriented enterprise management conception.

**Conclusions**

The paper is constructed and studied a conception of modelling of informative business marketing-oriented enterprise management.

---

**Develop an approach to the formation of the higher education system in Ukraine [pp. 75–85]**

**Belenko D.V.**

**Purpose and subject of research**

The aim of the article is to offer approach of forming Ukrainian higher education system, which allows to prepare a student, answering the requirements of labour-market, that can be seen as an instrumental in socio-economic development of Ukraine.

**Research methodology**

Used the system analyses methodology.

**Value results**

The main problem to be solved be analysis of models of the world higher education system, their advantages and failings, study of basic progress of Ukrainian higher education trends.

**Conclusions**

In the paper the approach of forming Ukrainian higher education system is detailed; mechanisms of development of higher education are indicated; stages of transformation of university are offered.

---

**Stress testing market factors of the spread of financial contagion [pp. 86–91]**

**Verstyak A.V., Nikoluk V.P.**

**Purpose and subject of research**

The subject of research is the spread of financial market factors infections. The aim of the study is to develop a special algorithm to determine the expected impact on the change in risk factors in the case of different scenarios.

**Research methodology**

Used parametric approach, the method of random scenarios, Boolean Bayesian network.

**Value results**

The model allows the use of the characteristics that affect the distribution of financial infections: changes in interest rates, oil prices, gold, changes in profitability, other indexes (S & P 500) and others.

**Conclusions**

Thus, the model stress testing reveals how financial stability at the front of forecasts and provides an understanding of the possible vulnerability. Although extreme events can not be predicted, study their impact on the effectiveness of the organization strengthens the understanding of the situation.

---

---

## **ДО УВАГИ АВТОРІВ**

Вниманию авторов  
Instructions for authors

---

### **Загальні відомості**

У журналі публікуються оригінальні й оглядові статті, матеріали проблемного і дискусійного характеру, стислі звіти про наукові симпозиуми, конференції та наради з економічної кібернетики, бібліографічні огляди, рецензії на монографії й статті, інформацію про новітні наукові досягнення в області економічної кібернетики.

Тематична спрямованість статей :

1. Теоретичні та методологічні проблеми економічної кібернетики.
2. Моделювання в системах мікро- і макроекономіки.
3. Методи прийняття рішень.
4. Моделі та методи економічної динаміки, стійкості й рівноваги.
5. Методи дослідження операцій та теорії систем.
6. Адаптивні системи в економіці.
7. Моделі менеджменту та маркетингу (фінансовий, виробничий, інвестиційний та ін. аспекти).
8. Проблеми освіти в галузі економічної кібернетики.
9. Економетрика (методи статистичного аналізу і прогнозування).
10. Комп'ютерні системи й інформаційні технології в економіці.

Статті друкуються однією з трьох мов : українською, російською, англійською з анотаціями англійською мовою.

Журнал виходить 2 (б) разів на рік. Вартість 1 номеру — 150 грн.

### **Вимоги до оформлення статей**

Стаття повинна задовільняти вимогам МОНмолодьспорт України до публікації статей в періодичних наукових виданнях.

Для оформлення публікації в адресу журналу необхідно направити :

1. Статтю у друкованому вигляді, а також бібліографічну інформацію українською(російською) та англійською мовами, підписані авторами:

- ПІБ авторів та назву статті;
- УДК та реферат статті (від 100 до 250 слів), який має бути чітким, лаконічним та містити наступні аспекти змісту статті: предмет, тему та ціль; методологію дослідження; результати дослідження; галузь застосування результатів, висновки;
- два списки літератури, при цьому перший (українською або російською мовою) повинен відповідати нормам ДСТУ 4861:2007, а другий (англійською мовою) – міжнародному стандарту Harvard(British Standard).

2. Файл електронною поштою на адресу редакції ([s.levytskyi@donnu.edu.ua](mailto:s.levytskyi@donnu.edu.ua)) з матеріалами п.1. Електронний варіант повинен містити дані у .rtf форматі.

3. Рецензію фахівця(доктора наук) у галузі економіки.

4. Фото автора (авторів) формату 9x13 та анкету для кожного автора, що містить: прізвище, ім'я, по батькові; науковий ступінь, вчене звання; місце роботи; посаду; поштову адресу, телефон, e-mail.

Більш докладну інформацію автори можуть отримати на сайті редакційної групи (<http://ec.projects-manager.com/ua>).

---

**ДО УВАГИ АВТОРІВ**  
Вниманию авторов  
Instructions for authors

---

**Общие сведения**

В журнале публикуются оригинальные и обзорные статьи, материалы проблемного и дискуссионного характера, краткие отчеты о научных симпозиумах, конференциях и совещаниях по экономической кибернетике, библиографические обзоры, рецензии на монографии и статьи, информацию о новейших научных достижениях в области экономической кибернетики.

Тематическая направленность статей :

1. Теоретические и методологические проблемы экономической кибернетики.
2. Моделирование в системах микро- и макроэкономики.
3. Методы принятия решений.
4. Модели и методы экономической динамики, устойчивости и равновесия.
5. Методы исследования операций и теории систем.
6. Адаптивные системы в экономике.
7. Модели менеджмента и маркетинга (финансовый, производственный, инвестиционный и др. аспекты).
8. Проблемы образования в области экономической кибернетики.
9. Эконометрика (методы статистического анализа и прогнозирования).
10. Компьютерные системы и информационные технологии в экономике.

Статьи печатаются на одном из трех языков : украинском, русском, английском с аннотациями на английском языке.

Журнал выходит 2 (6) раз в год. Стоимость 1 номера — 150 грн.

**Требования к оформлению статей**

Статья должна удовлетворять требованиям Министерства образования и науки, молодежи и спорта Украины к публикации статей в периодических научных изданиях.

Для оформления публикации в адрес журнала необходимо направить :

1. Статью в печатном виде, а также библиографическую информацию на украинском(русском) и английском языках, подписанную авторами:

- ФИО автора(авторов) и название статьи;
- УДК и реферат статьи (от 100 до 250 слов), который должен быть четким, лаконичным и включать следующие аспекты содержания статьи: предмет, тему и цель; методологию проведения и результаты исследования; отрасль использования результатов; выводы;

- два списка литературы, при этом первый (на украинском или русском языке) должен отвечать требованиям ДСТУ 4861:2007, а второй (на английском языке) – международному стандарту Harvard(British Standard).

2. Файл по электронной почте в адрес редакции ([s.levytskyi@donnu.edu.ua](mailto:s.levytskyi@donnu.edu.ua)) с материалами п.1. Электронный вариант должен содержать данные в .rtf формате.

3. Рецензию специалиста(доктора наук) в области экономики.

4. Фото автора (авторов) формата 9x13 и анкету для каждого автора, включающую: фамилию, имя, отчество; научную степень и ученое звание; место работы; должность; почтовый адрес, телефон, e-mail.

Более подробную информацию авторы могут получить на сайте редакционной группы (<http://ec.projects-manager.com/ua>).

---

**ДО УВАГИ АВТОРІВ**  
Вниманию авторов  
Instructions for authors

---

**General Information**

In the Journal the original articles and reviews, materials of problem and discussion kind, summaries about scientific symposiums, conferences and forums on Economic Cybernetics, bibliographic reviews, critic on monographs and articles, information about latest scientific achievement in the field of Economic Cybernetics are published.

Subjects of articles :

1. Theoretical and methodological problems of economic cybernetics.
2. Modeling in micro- and macroeconomic systems.
3. Decision-making.
4. Models and methods of economic dynamics, stability and equilibrium.
5. Methods of the Operation Research and the System Theory.
6. Adaptive systems in economics.
7. Models of Management and Marketing (financial, industrial, investment and other aspects).
8. Educational problems in the field of Economic Cybernetics.
9. Econometrics (methods of statistical analysis and forecasting).
10. Computer systems and informational technology in economics.

The articles are issued in one of the following languages : Ukrainian, Russian, and English with summary in English.

Journal is issued 2 (6) times a year. Price of 1 issue — 150 hryvnia.

**Requirements to article layout**

The article should meet the Ministry's of education and science, youth and sport of Ukraine requirements for article publication in periodic scientific issues.

Submitting a paper to the journal you have to:

1. Send us printed, signed by author(s) paper and appropriate information in ukrainian (or russian) and english, including:
  - full authors' names and title;
  - UDC and paper's summary (from 100 to 250 words), which should be well-defined and laconic, contain title, subject and purpose of research; methodology; outcomes; field of use and conclusions;
  - two reference lists, first (in ukrainian or russian) according to DSTU 4861:2007 and the second (in english) according to Harvard (British) Standart.
2. E-mail us .rtf file with appropriate to 1st paragraph's requirements (mailto: s.levytskyi@donnu.edu.ua)
3. Expert's Review (doctor of sciences in economics).
4. Author(s)' photo(s), size 9x13, and profile(s) with full name, scientific degree, academic title, current position, postal adress, phone and e-mail.

For more details visit editorial board's web-site (<http://ec.projects-manager.com/ua>).

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Національна академія наук України  
Донецький національний університет

**ЕКОНОМІЧНА КІБЕРНЕТИКА**  
**№ 4–6(76–78)’2012**

*Міжнародний науковий журнал*

Відповідальний за видання *С.І. Левицький*  
Технічний редактор *О.М. Густера*

Адреса редакції :  
Україна, 83015, м. Донецьк, вул. Челюскінців, 198а  
тел. : (062) 381-30-17, факс. : (062) 381-30-18  
E-mail : s.levytskyi@donnu.edu.ua

Підписано до друку 04.12.2012 р.  
Формат 60x84/8. Папір офсетний.  
Гарнітура «Times». Друк — різографія.  
Ум.-друк. арк. 12,44. Обл.-вид. арк. 11,82.  
Наклад 100 прим. Зам. № 135.

---

Видавництво та друк ТОВ «Цифрова типографія».  
83121, Донецьк, вул. Челюскінців 291а.  
Тел./факс: (062) 388-07-31