

ECONOMICS AND MANAGEMENT

UDC 330.322.658

S. V. MYAMLIN¹, K. V. ZHYZHKO^{2*}

¹Dep. «Cars and Car Facilities», Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan St., 2, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010, tel./fax +38 (0562) 47 18 66, e-mail sergeymyamin@gmail.com, ORCID 0000-0002-7383-9304

^{2*}Dep. «Economics and Management», Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan St., 2, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010, tel./fax +38 (0562) 47 18 66, e-mail gigka_06@mail.ru, ORCID 0000-0001-5103-5738

UPGRADING OF ECONOMIC SIMULATION METHODS FOR INCREASING EFFICIENCY OF INVESTMENTS

Purpose. The main aim of research is improving the investments effectiveness during the development both specific industrial enterprises and economic sectors as whole. **Methodology.** Through the use of analysis and synthesis methods, as well as methods of mathematical and economic modeling, the authors managed to improve methodological approaches to assessment the performance of the investments effectiveness. **Findings.** Efficient mechanism for estimation rational level of the investments usage depending on major factors was created and tested. The approach allows defining rational correlation between basic components of investment process (revenue growth, investment volume and time of investment project implementation). **Originality.** Authors have developed the new economic and mathematical approach with aim of rational distribution of financial resources during the period of capital deficit. This approach is based on solving the problem of vector optimization with the use of set function. Application of proposed approach is up-to-date because of unstable economic situation in Ukraine. **Practical value.** Using economic and mathematical approach, one can define the rational options of investments during development both single enterprise and the overall branches of economics. The developed instrument of rational options determination in investments usage considerably simplifies process of making decision for perspective investor. It minimizes many options of investments up to several more promising investments that enable to ensure the maximum effect to their owners. Developed approach also can be used in forming process of principles of highly efficient national economy.

Keywords: rational investment; set function; vector optimization; revenue growth; investments volume; time of project implementation; highly efficient national economy

Introduction

One of the ways of increase the economy effectiveness on the whole and individual enterprise in particular is considered to be investing, namely special purpose funding of enterprises in certain sectors of the economy that are usually associated with technical and technological re-equipment of the enterprise or the expansion of production capacity.

In this case, there is always a problem related to the more efficient use of investment. The necessity and importance of investments in the real sector of the economy is explained that it facilitates the acceleration of pace of development in the productive sphere. But the assessment of investments effectiveness is a complex of scientific and applied issues. Its solution is connected with a number of additional studies, including the

consideration of possible options for the implementation of investment procedures and the maximum effect achievement. Therefore, the current line of research is related to the improvement of the theoretical foundations of rational use of investment.

Recent research analysis

Many researchers and leading scientists pay their attention to the use of investments in expanding of production and investing activity on the whole, but only studies with application of economic and mathematical methods are devoted to the investment process improvement with the possibility of exhaustive search of funds usage [3-5, 7-8, 11, 15-18]. Many scientists made a significant contribution in this area: Vitlinskiy V. V., Velikoivanenko G. I., Kryuchkova V., Yegorova N. Ye., Smulov A. M., Luginin O. Ye.,

ECONOMICS AND MANAGEMENT

Shelobaev S. I., Monakhov A. V., Bosov A. A. and others. At the same time a part of the work reveals the general nature and features of simulation use in applied problems of economics [3-5]. And another part of the research is devoted to the use of economic and mathematical methods and relevant mathematical models [7-9, 11, 14-16]. It is also important an opportunity to use the developments, obtained by the authors during the analysis and improvement of the main provisions of «high national economics». This is discussed increasingly by different reputable scientists in recent years. [12-13]. At this there is a lack of developments, which would give the possibility to connect the main components of the investment process and help to choose the best alternative use of investments.

Purpose

Development of economic and mathematical approach for determining the optimal ratio between the components of the investment process - investments volume, profit margins and the implementation time of certain projects, the choice of the most appropriate and effective option for their use.

Methodology

The formation of economic and mathematical approach is proposed to realize with the set function usage that gives an opportunity for the formulation and solution the problem of vector optimization regarding the assessment of investments objects effectiveness. In this case, the objects will be considered as independent one, i. e. projects financing on one of the objects does not affect the results of financing and implementation period for other objects. Next we describe the efficient algorithm for object of rational investments usage in independent objects or independent lines of activities. When forming the mathematical description of the proposed approach one should use basic mathematical expressions and dependences [2, 10].

Findings

Then the algorithm of forming the mathematical part of the proposed economic and mathematical approach was described consecutively.

The n objects is considered (factories, workshops, farms, etc.) and for each object the list of projects is indicated for its improvement Q_i , $i = \overline{1, n}$ is indicated.

The project w_{ij} , which belongs to the list Q_i , is characterized with three indicators c_{ij} – volume of costs for project implementation w_{ij} , t_{ij} is the time of project implementation w_{ij} , b_{ij} – revenue growth after the project implementation.

Key assumptions:

1. Economic activities of objects is independent;
2. Project w_{ij} is implemented regardless of other projects from the list Q_i .

Let's introduce the list:

$$\gamma = [V_1, V_2, \dots, V_n],$$

where – $V_i \subseteq Q_i$, $i = \overline{1, n}$.

The list γ informs which projects will be implemented on the relevant objects.

We will enter the list γ three relevant numbers:

$B(\gamma) = \sum_{i=1}^n \sum_{w \in V_i} b(w)$ – total revenue growth on n objects;

$C(\gamma) = \sum_{i=1}^n \sum_{w \in V_i} c(w)$ – the total investments volume for the implementation γ .

$T(\gamma) = \max_{1 \leq i \leq n} \max_{w \in V_i}$ – implementation time of projects (program γ).

Let's denote through Γ many possible option programs γ . It is obvious that Γ is discrete set that contains:

$$|\Gamma| = \prod_{i=1}^n 2^{Q_i}.$$

Various γ , where $|Q_i|$ is a number of projects on i -object.

We are considering vector optimization problem:

$$\begin{pmatrix} -B(\gamma) \\ C(\gamma) \end{pmatrix} \rightarrow \min \quad (1)$$

Providing, that $\gamma \in \Gamma$.

By solving this problem (1) we mean such set $\Gamma^* \subseteq \Gamma$, where each $\gamma \in \Gamma^*$ is an effective one, and any two programs from Γ^* between them are incomparable.

ECONOMICS AND MANAGEMENT

We enter the Lagrange function, which is equal to:

$$L(\gamma) = -B(\gamma) + \lambda C(\gamma),$$

where $\lambda \geq 0$, is Lagrange undetermined multiplier. We are remarking, that L is multi-factor function set, namely

$$L(\gamma) = F(V_1, V_2, \dots, V_n).$$

And the problem is considered with definition such V_i^* , $i = \overline{1, n}$, that when fixed λ Lagrange function would be minimal.

To solve this problem we use the necessary condition (1).

$$\frac{\partial L}{\partial \mu_i} \Big|_{\{B\} \rightarrow \{\overline{w_{ij}}\} \in V_i^*} \leq 0; i = \overline{1, n} \quad (2)$$

In ration (2) partial derivative is described with respect to measure on sequence $\{B\}$, which tends to $\{\overline{w_{ij}}\}$.

In our case we obtain:

$$\frac{\partial L}{\partial \mu_i} \Big|_{\{B\} \rightarrow \{\overline{w_{ij}}\} \in V_i^*} = -B_{ij} + \lambda C_{ij} \leq 0.$$

From this we obtain, that set V_i^* depends on λ and the result:

$$V_i^*(\lambda) = \left\{ w_{ij} \in Q_i : \frac{B_{ij}}{C_{ij}} \geq \lambda \right\}, i = \overline{1, n} \quad (3)$$

Thus, if the lists of projects from Q_i are ordered by ratio (described by it):

$$\frac{B_{ij}}{C_{ij}} \geq \frac{B_{ij+1}}{C_{ij+1}}, \quad j = \overline{1, |Q_i| - 1},$$

We determine such j at given λ , that

$$\frac{B_{ij}}{C_{ij}} > \lambda, \quad \frac{B_{ij+1}}{C_{ij+1}} < \lambda.$$

This value j will be a record $j(\lambda)$.

And then

$$V_i^*(\lambda) = \left\{ w_{ij} : j = \overline{1, j(\lambda)} \right\}; i = \overline{1, n} \quad (4)$$

It let determine $\gamma(\lambda) = [V_1^*(\lambda), V_2^*(\lambda), \dots, V_n^*(\lambda)]$ program $\gamma(\lambda)$ and accordingly all components of investment process:

$$B(\lambda), C(\lambda), T(\lambda), \gamma(\lambda),$$

sorting $\lambda \geq 0$, we have an opportunity to construct dependences accordingly, which are presented in fig. 1 and fig. 2.

Fig. 1 shows an algorithm for solving the problem (1) for a given investments volumes and obtaining a corresponding increase of revenue and time of the program realization $\gamma(\lambda)$.

Findings and practical value

For practical implementation of economic and mathematical models of investments effectiveness assessment the authors developed a special computer program in programming environment Maple 6 [6], «Rational investment». For example, the corresponding software implementation for the transport enterprise is presented, which consists of 5 divisions (departments) and their activity does not connect between each other. Consequently, the investments volume and time realization of relevant projects for some workshops does not affect the similar figures for other ones. The number of events requiring funding is defined as follows: in the workshop no. 1 – three projects; in the workshop no. 2 – two projects, in the workshop no. 3 – five projects, in the workshop no. 4 – one project, in the workshop no. 5 – four projects.

ECONOMICS AND MANAGEMENT

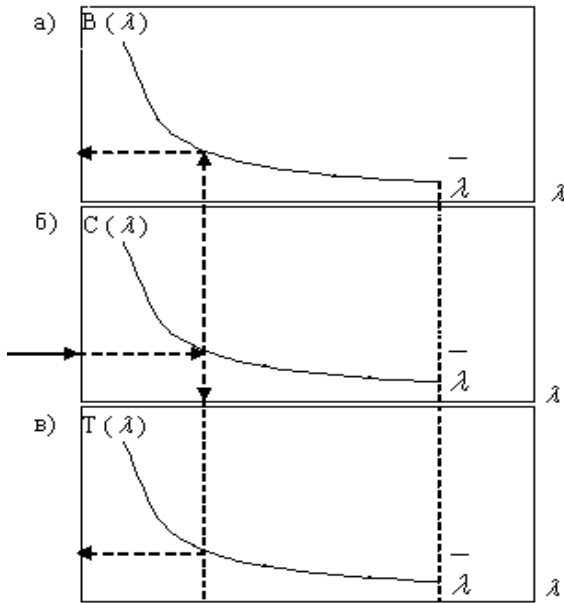


Fig. 1. Determination algorithm for the volume of revenues and realization time for a given volume of investments, where the dependence of the total revenue growth (a), the total volume of investments (b) and the projects realization time (c) on the change of Lagrange multiplier

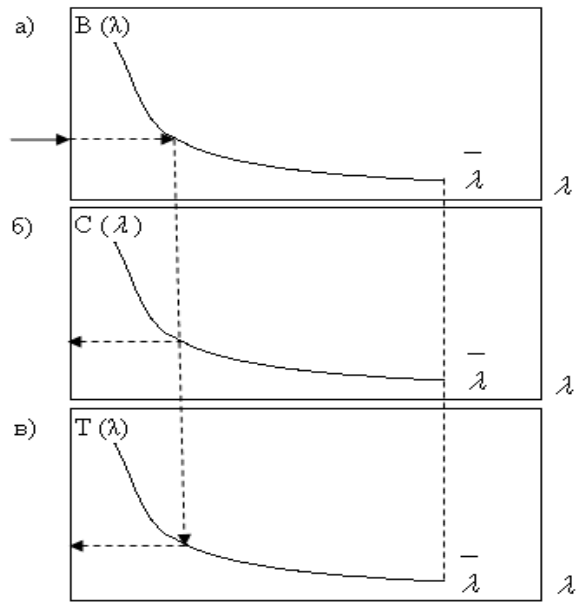


Fig. 2. Determination algorithm for the necessary investments and realization time for a given volume of revenue growth, where a), б), в) are the dependences of the total volume of revenue, volume of investments and realization time respectively

They all combined in to the vector of events number accordingly workshops. The matrix C is a matrix of project costs in each workshop, T is a matrix of time expenditure on implementation of each project; B is matrix of revenue growth in the workshops in accordance with the implementation of projects. Principal dependences between the

parameters of the investment process are presented in fig. 1 and fig. 2. They allow estimating the effectiveness of investments, depending on the selected financing algorithm. Next we present a fragment of a software implementation for the example, which is considered:

- 1, $t=, 3, [[w_{1,1}], [], [], [], []], 1, 3, 7$
- 2, $t=, 2, [[w_{1,1}, w_{1,2}], [], [], [], []], 4, 9, 12$
- 3, $t=, \frac{9}{5}, [[w_{1,1}, w_{1,2}, w_{1,3}], [], [], [], []], 9, 18, 15$
- 4, $t=, \frac{7}{4}, [[w_{1,1}, w_{1,2}, w_{1,3}], [w_{2,1}], [], [], []], 13, 25, 19$
- 5, $t=, \frac{3}{2}, [[w_{1,1}, w_{1,2}, w_{1,3}], [w_{2,1}], [], [], [w_{5,1}]], 15, 28, 24$
- 6, $t=, \frac{10}{7}, [[w_{1,1}, w_{1,2}, w_{1,3}], [w_{2,1}, w_{2,2}], [], [], [w_{5,1}]], 22, 38, 26$
- 7, $t=, \frac{5}{4}, [[w_{1,1}, w_{1,2}, w_{1,3}], [w_{2,1}, w_{2,2}], [w_{3,1}], [], [w_{5,1}]], 30, 48, 32$
- 8, $t=, \frac{20}{17}, [[w_{1,1}, w_{1,2}, w_{1,3}], [w_{2,1}, w_{2,2}], [w_{3,1}], [w_{4,1}], [w_{5,1}]], 47, 68, 33.7$

ECONOMICS AND MANAGEMENT

- 9, $t = \frac{11}{10}$, $[[w_{1,1}, w_{1,2}, w_{1,3}], [w_{2,1}, w_{2,2}], [w_{3,1}, w_{3,2}], [w_{4,1}], [w_{5,1}]]$, 57, 79, 37.7
- 10, $t = 1$, $[[w_{1,1}, w_{1,2}, w_{1,3}], [w_{2,1}, w_{2,2}], [w_{3,1}, w_{3,2}, w_{3,3}], [w_{4,1}], [w_{5,1}, w_{5,2}]]$, 68, 90, 44.2
- 11, $t = \frac{7}{9}$, $[[w_{1,1}, w_{1,2}, w_{1,3}], [w_{2,1}, w_{2,2}], [w_{3,1}, w_{3,2}, w_{3,3}], [w_{4,1}], [w_{5,1}, w_{5,2}, w_{5,3}]]$, 77, 97, 46.3
- 12, $t = \frac{11}{15}$, $[[w_{1,1}, w_{1,2}, w_{1,3}], [w_{2,1}, w_{2,2}], [w_{3,1}, w_{3,2}, w_{3,3}], [w_{4,1}], [w_{5,1}, w_{5,2}, w_{5,3}, w_{5,4}]]$, 92, 108, 47.8
- 13, $t = \frac{13}{20}$, $[[w_{1,1}, w_{1,2}, w_{1,3}], [w_{2,1}, w_{2,2}], [w_{3,1}, w_{3,2}, w_{3,3}, w_{3,4}], [w_{4,1}], [w_{5,1}, w_{5,2}, w_{5,3}, w_{5,4}]]$, 112, 121, 50.8
- 14, $t = \frac{3}{10}$, $[[w_{1,1}, w_{1,2}, w_{1,3}], [w_{2,1}, w_{2,2}], [w_{3,1}, w_{3,2}, w_{3,3}, w_{3,4}, w_{3,5}], [w_{4,1}], [w_{5,1}, w_{5,2}, w_{5,3}, w_{5,4}]]$, 162, 136, 53.3
- $nn := 14$

14 options for possible investments usage were obtained; from them the most appropriate one is defined programmatically on the optimality criterion. Thus, the main objective of the study to improve the assessment method of investments rational usage was achieved.

It is also possible to use the proposed algorithm to determine correlation only two out of the three main components of investment activity, for example by type of two-parameter optimization [1]. But the proposed economic and mathematical approach enables to solve such problem by fixing the numerical value of one out of the three components and the variation of the two others. It allows us to consider various options for the investments usage and choose the most appropriate one based on the condition in view.

Conclusions

Thus, an original economic and mathematical approach to the assessment of the rational investments usage in the form of formulating and solving the problem of vector optimization of the total investments ratio, the total volume of revenue (income) and the implementation time of funded projects was proposed. In order to conduct theoretical studies on the rational use of investments the authors have developed the

relevant computation program. The result is an effective economic and mathematical apparatus for analysis implementation of investment performance.

LIST OF REFERENCE LINKS

1. Босов, А. А. Векторная оптимизация по двум показателям / А. А. Босов, Г. Н. Кодола, Л. Н. Савченко // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2007. – Вип. 17. – С. 134–138.
2. Ван дер Варден, Б. Л. Алгебра / Б. Л. Ван дер Варден. – Москва : Наука, 1976. – 648 с.
3. Вітлінський, В. В. Моделювання економіки : навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисц. / В. В. Вітлінський, Г. І. Великоіваненко. – Київ : КНЕУ, 2005. – 306 с.
4. Лугінін, О. Є. Економіко-математичне моделювання : навч. посіб. / О. Є. Лугінін, В. М. Фомішина. – Київ : Знання, 2011. – 342 с.
5. Макроекономічне моделювання та короткострокове прогнозування : за ред. І. В. Крючкової. – Харків : Форт, 2007 – 488 с.
6. Матросов, А. В. Maple 6. Решение задач высшей математики и механики / А. В. Матросов. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2001. – 528 с.
7. Міксюк, С. Ф. Економіко-математичні методи і моделі / С. Ф. Міксюк, В. М. Комкова. – Минск : БГЭУ, 2006 – 220 с.

ECONOMICS AND MANAGEMENT

8. Монахов, А. В. Математические методы анализа экономики / А. В. Монахов. – Санкт-Петербург : Питер, 2002. – 101 с.

9. Мямлин, С. В. Теоретические основы оценки рационального использования инвестиций / С. В. Мямлин, К. В. Жижко, В. А. Федорова // 36. наук. пр. Придніпров. держ. акад. буд-ва та арх-ри «Економічний простір». – Дніпропетровськ, 2012. – Вип. 61. – С. 212–219.

10. Ногин, В. Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход / В. Д. Ногин. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 144 с.

11. Пинегина, М. В. Математические методы и модели в экономике / М. В. Пинегина. – Москва : Экзамен, 2002. – 127 с.

12. Пшинько, А. Н. Влияние скорости обращения денежной массы на эффективность национальной экономики / А. Н. Пшинько, В. В. Мямлин, С. В. Мямлин // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2012. – Вип. 42. – С. 292–299.

13. Пшинько, А. Н. К вопросу о научной обоснованности процентов по депозитам и кредитам

/ А. Н. Пшинько, В. В. Мямлин, С. В. Мямлин // Наука та прогрес транспорту. Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. – 2013. – № 1 (43). – С. 82–103.

14. Свідомство про реєстрацію авторського права на твір № 43911. Економіко-математичний підхід до оцінки раціонального використання інвестицій / С. В. Мямлін, К. В. Жижко ; зареєстр. 21.05.2012.

15. Шелобаев, С. И. Математические методы и модели в экономике, финансах, бизнесе : учеб. пособие для вузов / С. И. Шелобаев. – Москва : ЮНИТИ – ДАНА, 2000. – 367 с.

16. Шикін, Є. В. Математичні методи і моделі в управлінні : навч. посіб. / Є. В. Шикін, А. Г. Чхартішвілі. – Москва : Справа, 2000. – 439 с.

17. Aliyev, A. G. Economic-Mathematical Methods and Models under Uncertainty. – New Jersey : Apple Academic Press, 2013. – 302 p. doi : 10.1201/b16301.

18. Mikuláš, L. Mathematical Optimization and Economic Analysis: Series: Springer Optimization and Its Applications / L. Mikuláš. – New York : Springer, 2010. – Vol. 36. – 294 p. doi: 10.1007/978-0-387-89552-9.

С. В. МЯМЛІН¹, К. В. ЖИЖКО^{2*}

¹Каф. «Вагони та вагонне господарство», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна 49010, тел./факс +38 (0562) 47 18 66, ел. пошта sergeymyamin@gmail.com, ORCID 0000-0002-7383-9304

^{2*}Каф. «Економіка та менеджмент», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна 49010, тел./факс +38 (0562) 47 18 66, ел. пошта gigka_06@mail.ru, ORCID 0000-0001-5103-5738

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ЕКОНОМІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІНВЕСТИЦІЙ

Мета. Головною метою дослідження, що було проведено в роботі, є підвищення ефективності інвестицій при розвитку, як безпосередньо промислових підприємств, так і галузей економіки в цілому. **Методика.** За допомогою використання методів аналізу та синтезу, а також методів математико-економічного моделювання, авторам вдалось удосконалити методичні підходи до оцінки показників ефективності використання інвестицій. **Результати.** В результаті дослідження було створено та апробовано дієвий механізм, що застосовується для оцінки ступеню раціональності використання інвестиційних коштів в залежності від основних факторів. Це дозволяє визначити раціональне співвідношення між основними складовими інвестиційного процесу, а саме: приростом виручки, обсягом інвестицій та часом реалізації інвестиційного проекту. **Наукова новизна.** З метою раціонального розподілу фінансових ресурсів в період дефіциту капіталу авторами розроблено економіко-математичний підхід, в основу якого було покладено вирішення задачі векторної оптимізації за допомогою використання функції множин. Застосування цього підходу особливо актуально в зв'язку з нестабільною економічною ситуацією, в якій сьогодні опинилась Україна. **Практична значимість.** В результаті використання розробленого авторами економіко-математичного підходу можна визначити раціональні варіанти використання інвестицій при розвитку, як окремих підприємств, так і галузей економіки в цілому. Розроблений інструмент визначення раціональних варіантів використання інвестицій значно спрощує процес прийняття рішення для потенційного інвестора. Він дозволяє скоротити величезну кількість варіантів вкладання інвестиційних коштів до декількох найбільш перспективних інвестиційних проектів, що здатні надати їх власнику максимальний ефект.

ECONOMICS AND MANAGEMENT

Розроблений підхід також може бути використаний у процесі формування основ моделі високоефективної національної економіки.

Ключові слова: раціональне інвестування; функції множин; векторна оптимізація; приріст виручки; обсяг інвестицій; час реалізації проекту; високоефективна національна економіка

С. В. МЯМЛИН¹, К. В. ЖИЖКО^{2*}

¹Каф. «Вагоны и вагонное хозяйство», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел./факс +38 (0562) 47 18 66, эл. почта sergeymyamin@gmail.com, ORCID 0000-0002-7383-9304

^{2*}Каф. «Экономика и менеджмент», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел./факс +38 (0562) 47 18 66, эл. почта gigka_06@mail.ru, ORCID 0000-0001-5103-5738

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ

Цель. Основной целью исследования, проведенного в данной работе, является повышение эффективности инвестиций при развитии, как конкретных предприятий промышленности, так и отраслей экономики в целом. **Методика.** С помощью использования методов анализа и синтеза, а также методов математико-экономического моделирования, авторам удалось усовершенствовать методические подходы к оценке показателей эффективности использования инвестиций. **Результаты.** В результате был создан и апробирован действенный механизм, который может применяться для оценки степени рациональности использования инвестиционных средств в зависимости от основных факторов. Это позволяет определить рациональное соотношение между основными составляющими инвестиционного процесса, а именно: приростом выручки, объемом инвестиций и временем реализации инвестиционного проекта. **Научная новизна.** С целью рационального распределения финансовых ресурсов в период дефицита капитала авторами разработан экономико-математический подход, в основу которого было положено решение задачи векторной оптимизации с использованием функции множеств. Применение данного подхода особенно актуально ввиду нестабильной экономической ситуации, в которой сегодня оказалась Украина. **Практическая значимость.** В результате использования разработанного авторами экономико-математического подхода можно определить рациональные варианты использования инвестиций при развитии, как отдельных предприятий, так и целых отраслей экономики. Разработанный инструмент определения рациональных вариантов использования инвестиций значительно упрощает процесс принятия решения для потенциального инвестора. Он позволяет сократить множество вариантов вложения инвестиционных средств до нескольких наиболее перспективных инвест-проектов, которые способны принести их владельцу максимальный эффект. Разработанный подход также может быть использован в процессе формировании основ модели высокоэффективной национальной экономики.

Ключевые слова: рациональное инвестирование; функции множеств; векторная оптимизация; прирост выручки; объем инвестиций; время реализации проекта; высокоэффективная национальная экономика.

REFERENCES

1. Bosov A.A., Kodola G.N., Savchenko L.N. Vektornaya optimizatsiya po dvum pokazatelyam [Vector optimization for two indicators]. *Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazaryana* [Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan], 2007, issue 17, pp. 134-138.
2. Van der Varden B. L. *Algebra* [Algebra]. Moscow, Nauka Publ., 1976. 648 p.
3. Vitlinskyi V.V., Velykoivanenko H.I. *Modeliuvannia ekonomiky* [Modeling of economics]. Kyiv, KNEU Publ., 2005. 306 p.
4. Luhinin O.Ye., Fomishyna V.M. *Ekonomiko-matematychni modeliuvannia* [Economic and mathematic modeling]. Kyiv, Znannia Publ., 2011. 342 p.

ECONOMICS AND MANAGEMENT

5. Kriuchkova I.V. Makroekonomichne modeliuvannia ta korotkostrokovye prohozuvannia [Macroeconomic modeling and short-term forecasting]. Kharkiv, Fort Publ., 2007. 488 p.
6. Matrosov A.V. *Maple 6. Resheniye zadach vysshey matematiki i mekhaniki* [Maple 6. Solving the tasks of Higher Mathematics and Mechanics]. Sankt-Peterburg, BKhV-Peterburg Publ., 2001. 528 p.
7. Miksiuk S.F., Komkova V.M. *Ekonomiko-matematychni metody i modeli* [Economic and mathematic methods and models]. Mynsk, BHEU Publ., 2006. 220 p.
8. Monakhov A.V. *Matematicheskiye metody analiza ekonomiki. Seriya «Korotkyi kurs»* [Mathematical methods of economics analysis. Series «Short course»]. Sankt-Peterburhm, Piter Publ., 2002. – 101 p.
9. Myamlin S.V., Zhizhko K.V., Fedorova V.A. Teoreticheskiye osnovy otsenki ratsionalnogo ispolzovaniya investitsiy [Theoretical bases of estimation of the rational use of investments]. *Zbirnyk naukovykh prats Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnitstva ta arkhitekturi «Ekonomichnyi prostir»* [Proc. of Prydniprovsk State Academy of Construction and Architecture «Economic Space»], 2012, issue 61, pp. 212-219.
10. Nogin V.D. *Prinyatiye resheniy v mnogokriterialnoy srede: kolichestvennyy podkhod* [Decision-making in multi-criterion environment: a quantitative approach]. Moscow, FIZMATLIT Publ., 2002. 144 p.
11. Pinegina M.V. *Matematicheskiye metody i modeli v ekonomike* [Mathematic methods and models in economics]. Moscow, Ekzamen Publ., 2002. 127 p.
12. Pshinko A.N., Myamlin V.V., Myamlin S.V. Vliyaniye skorosti obrashcheniya denezhnoy massy na effektivnost natsionalnoy ekonomiki [Influence of the speed of money supply circulation on the efficiency of the national economics]. *Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazaryana* [Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan], 2012, issue 42, pp. 292-299.
13. Pshinko A.N., Myamlin S.V. K voprosu o nauchnoy obosnovannosti protsentov po depozitam i kreditam [On the issue of the scientific validity of deposits and credits interests]. *Nauka ta prohres transportu. Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu – Science and Transport Progress. Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport*, 2013, no. 1 (43), pp. 82-103.
14. Myamlin S.V., Zhyzhko K.V. *Svidotstvo pro reiestratsiiu avtorskoho prava na tvir. Ekonomiko-matematychnyi pidkhid do otsinky ratsionalnoho vykorystannia investytsii* [Certificate of copyright registration on the invention. Economic and mathematic approach to the estimation of rational use of investments], no. 43911, 2012.
15. Shelobayev S.I. *Matematicheskiye metody i modeli v ekonomike, finansakh, biznese* [Mathematic methods and models in economics, finance and business]. Moscow, YuNITI – DANA Publ., 2000. 367 p.
16. Shykyn Ye.V., Chkhartishvili A.H. *Matematychni metody i modeli v upravlinni* [Mathematic methods and models in management]. Moscow, Sprava Publ., 2000. 439 p.
17. Aliyev A.G. *Economic-Mathematical Methods and Models under Uncertainty*. New Jersey, Apple Academic Press Publ., 2013. 302 p. doi: 10.1201/b16301.
18. Mikulás Luptácik. *Mathematical Optimization and Economic Analysis: Series: Springer Optimization and Its Applications*. New York, Springer Publ., 2010, vol. 36. 294 p. doi: 10.1007/978-0-387-89552-9.

Prof. Gnennyi O. N., D. Sc. (Tech.) recommended this article to be published

Received Sept. 02, 2014

Accepted Oct. 21, 2014