

## УДК 330.322.658

С. В. МЯМЛИН<sup>1</sup>, К. В. ЖИЖКО<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Каф. «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 sergeyuyamlin@gmail.com, ORCID 0000-0002-7383-9304

<sup>2\*</sup>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 формирования основ модели высокоэффективной национальной экономики.

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

### Введение

Одним из направлений повышения эффективности экономики в целом и отдельного предприятия в частности принято считать инвестирование, то есть целевое финансирование предприятий определенных отраслей экономики, что, как правило, связано с техническим и технологическим переоснащением предприятия или с расширением производственных возможностей. При этом всегда существует задача, связанная с повышением эффективности использования инвестиций. Необходимость и важность инвестиций в реальный сектор экономики объясняется тем, что это способствует ускорению

темпов развития производственной сферы. Но оценка эффективности инвестиций представляет собой сложную научно-прикладную задачу, решение которой связано с целым рядом дополнительных исследований, в том числе с рассмотрением возможных вариантов реализации инвестиционной процедуры и достижением максимального эффекта. Поэтому актуальным является направление исследований, связанное с усовершенствованием теоретических основ рационального использования инвестиций.

*Анализ последних научных исследований.* Использованию инвестиций при расширении производства и инвестиционной деятельности

## ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ

в целом свое внимание уделяют многие исследователи и ведущие ученые, но усовершенствованию процесса инвестирования с возможностью перебора вариантов использования средств посвящены только те исследования, в которых применяются экономико-математические методы [3–5, 7–8, 11, 15–18]. Значительный вклад в этом направлении принадлежит таким ученым: Витлинскому В. В., Великоиваненко Г. И., Крючковой В., Егоровой Н. Е., Смулову А. М., Лугинину О. Е., Шелобаеву С. И., Монахову А. В., Босову А. А. и др. При этом часть работ раскрывает общую сущность и особенности использования моделирования в прикладных задачах экономики [3–5]. А часть исследований посвящена использованию экономико-математических методов и соответствующим математическим моделям [7–9, 11, 14–16]. Немаловажным является возможность использования разработок, полученных авторами при анализе и усовершенствовании основных положений «высокоэффективной национальной экономики», которая все активнее в последнее время обсуждается разными авторитетными учеными [12–13]. При этом не хватает разработок, которые давали бы возможность связать между собой основные составляющие инвестиционного процесса и помогали бы выбрать оптимальный вариант использования инвестиций.

**Цель**

Разработка экономико-математического подхода для определения рационального соотношения между составляющими инвестиционного процесса – объемом инвестиций, размером прибыли и временем реализации определенных проектов и выбор наиболее приемлемого и эффективного варианта их использования и является целью данной работы.

**Методика**

Формирование экономико-математического подхода предлагается осуществлять при помощи функции множеств, что дает возможность для формулировки и решения задачи векторной оптимизации касательно оценки эффективности инвестиционных объектов. При этом объекты будем считать независимыми, то есть финансирование проектов по одному из объектов не влияет на результаты финансирования и срок реали-

зации по другим объектам. Далее опишем алгоритм решения задачи по оценке рационального использования инвестиций в независимые объекты или независимые направления деятельности. При формировании математического описания предложенного подхода используются базовые математические выражения и зависимости [2, 10].

**Результаты**

Далее последовательно изложен алгоритм формирования математической части предложенного экономико-математического подхода.

Рассматривается  $n$  объектов (заводов, цехов, хозяйств и т.п.) и для каждого объекта указан перечень проектов для его усовершенствования  $Q_i, i = \overline{1, n}$ .

Проект  $w_{ij}$ , который принадлежит к перечню  $Q_i$ , характеризуем тремя показателями  $c_{ij}$  – объем затрат на реализацию проекта  $w_{ij}$ ;  $t_{ij}$  – время реализации проекта  $w_{ij}$ ;  $b_{ij}$  – прирост выручки после реализации проектов.

Основные допущения:

1. Хозяйственная деятельность объектов независимая;
2. Проект  $w_{ij}$  осуществляется независимо от других проектов из перечня  $Q_i$ .

Введем в рассмотрение список:

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

где:  $V_i \subseteq Q_i, i = \overline{1, n}$ .

Список  $\gamma$  отображает, какие проекты будут реализовываться на соответствующих объектах.

В список  $\gamma$  поставим соответствующие три числа:

$B(\gamma) = \sum_{i=1}^n \sum_{w \in V_i} b(w)$  – суммарный прирост выручки по  $n$  объектам;

$C(\gamma) = \sum_{i=1}^n \sum_{w \in V_i} c(w)$  – суммарный объем инвестиций на реализацию  $\gamma$ .

$T(\gamma) = \max_{1 \leq i \leq n} \max_{w \in V_i} t_{ij}$  – время реализации проектов (программы  $\gamma$ ).

Обозначим через  $\Gamma$  множество возможных вариантов программы  $\gamma$ . Очевидно, что  $\Gamma$  дискретное множество, которое содержит:

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

## ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ

разнообразных  $\gamma$ , где  $|Q_i|$  – число проектов на  $i$ -том объекте.

Рассмотрим задачу векторной оптимизации:

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

при условии, что  $\gamma \in \Gamma$ .

Под решением задачи (1) будем понимать такое множество  $\Gamma^* \subseteq \Gamma$ , где каждое  $\gamma \in \Gamma^*$  является эффективным, а любые две программы из  $\Gamma^*$  между собой являются несравнимыми.

Введем функцию Лагранжа, которая равняется:

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

где  $\lambda \geq 0$ , неопределенный множитель Лагранжа. Отметим, что  $L$  является многофакторной функцией множеств, то есть

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

И рассматривается задача с определением таких  $V_i^*$ ,  $i = \overline{1, n}$ , чтобы при фиксированном  $\lambda$  функция Лагранжа была бы минимальной.

Для решения этой задачи используем необходимое условие (1).

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

В соотношении (2) описана частная производная по мере последовательности  $\{B\}$ , которая стремится к  $\{w_{ij}\}$ .

В нашем случае получаем:

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

Откуда получаем, что множество  $V_i^*$  зависит от  $\lambda$  и является:

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

Таким образом, если перечень проектов из  $Q_i$  упорядочены соотношением (им описаны):

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

то определяем такое  $j$  при заданном  $\lambda$ , что

doi 10.15802/stp2014/32656

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

Это значение  $j$  будет записью  $j(\lambda)$ .

И тогда

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

Что позволяет определить  $\gamma(\lambda) = [V_1^*(\lambda), V_2^*(\lambda), \dots, V_n^*(\lambda)]$  программу  $\gamma(\lambda)$  и соответственно все составляющие инвестиционного процесса:

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

перебирая  $\lambda \geq 0$ , имеем возможность соответственно построить зависимости, которые приведены на рис. 1 и 2.

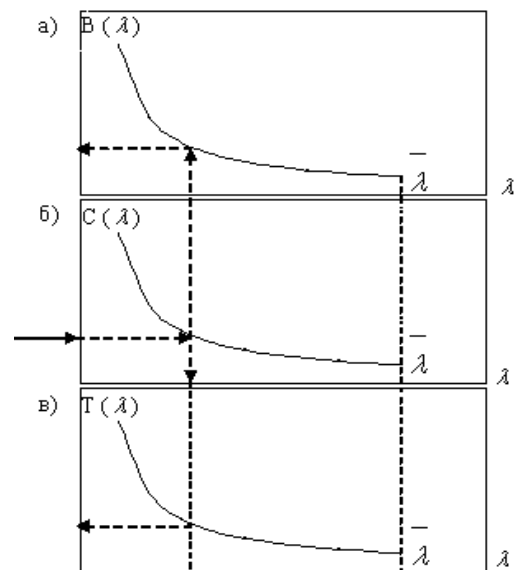


Рис. 1. Алгоритм определения объема выручки и времени реализации при заданном объеме инвестиций, где  $B(\lambda)$  – зависимость суммарного прироста выручки (а),  $C(\lambda)$  – суммарного объема инвестиций (б) и  $T(\lambda)$  – времени реализации проектов (в) от изменения множителя Лагранжа

Fig. 1. Determination algorithm for the volume of revenues and realization time for a given volume of investment, where  $B(\lambda)$  – the dependence of the total revenue growth (a),  $C(\lambda)$  – the total volume of investments (b) and  $T(\lambda)$  – the projects realization time (c) on the change of Lagrange multiplier

## ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ

На рис. 1 приведен алгоритм решения задачи (1), когда для заданного объема инвестиций возможно определение соответствующего прироста выручки и времени реализации программы  $\gamma(\lambda)$ .

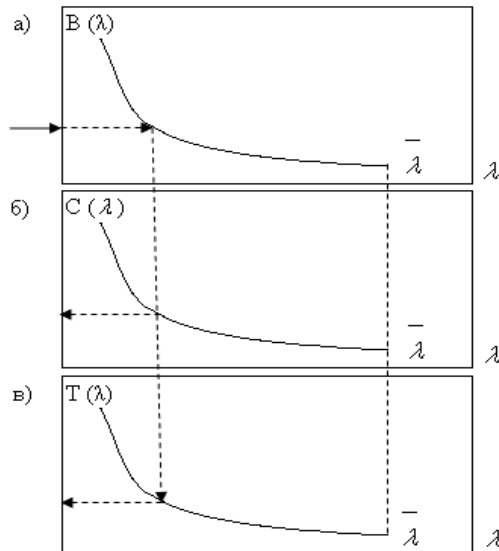


Рис. 2. Алгоритм определения необходимых инвестиций и времени реализации при заданном объеме прироста выручки, где  $B(\lambda)$  – зависимости суммарного объема выручки (а),  $C(\lambda)$  – объема инвестиций (б) и  $T(\lambda)$  – времени реализации соответственно (в)

Fig. 2. Determination algorithm for the necessary investments and realization time for a given volume of revenue growth, where  $B(\lambda)$  – the dependences of the total volume of revenue (a),  $C(\lambda)$  – volume of investments (b) and  $T(\lambda)$  – realization time, respectively (c)

$$1, t = 3, [[w_{1,1}], [ ], [ ], [ ], [ ]], 1, 3, 7$$

$$2, t = 2, [[w_{1,1}, w_{1,2}], [ ], [ ], [ ], [ ]], 4, 9, 12$$

$$3, t = \frac{9}{5}, [[w_{1,1}, w_{1,2}, w_{1,3}], [ ], [ ], [ ], [ ]], 9, 18, 15$$

$$4, t = \frac{7}{4}, [[w_{1,1}, w_{1,2}, w_{1,3}], [w_{2,1}], [ ], [ ], [ ]], 13, 25, 19$$

$$5, t = \frac{3}{2}, [[w_{1,1}, w_{1,2}, w_{1,3}], [w_{2,1}], [ ], [ ], [w_{5,1}]], 15, 28, 24$$

$$6, t = \frac{10}{7}, [[w_{1,1}, w_{1,2}, w_{1,3}], [w_{2,1}, w_{2,2}], [ ], [ ], [w_{5,1}]], 22, 38, 26$$

### Научная новизна и практическая значимость

Для практической реализации экономико-математической модели оценки эффективности инвестиций авторами разработана специальная компьютерная программа в среде программирования Maple 6 [6] под названием «Рациональное инвестирование». Для примера, приведена соответствующая программная реализация для транспортного предприятия, которое состоит из 5 подразделений (цехов), деятельность которых между собой не связана. Следовательно объем инвестиций и время реализации соответствующих проектов для одних цехов не оказывает влияние на аналогичные показатели для других цехов. Количество мероприятий, требующих финансирования, заданы следующим образом: в цехе № 1 – три проекта; в цехе № 2 – два, в цехе № 3 – пять, в цехе № 4 – один, в цехе № 5 – четыре проекта.

Все они объединены в вектор числа мероприятий по цехам. Матрица  $C$  представляет собой матрицу затрат по проектам в каждом цехе,  $T$  – матрица затрат времени на реализацию каждого проекта;  $B$  – матрица прироста выручки по цехам в соответствии с реализацией проектов. На рис. 1 и 2 приведены основные зависимости между параметрами процесса инвестирования, которые позволяют качественно оценить эффективность инвестиций в зависимости от выбранного алгоритма финансирования. Далее приведем фрагмент программной реализации для примера, который рассматривается:

$$7, t = \frac{5}{4}, [[w_{1,1}, w_{1,2}, w_{1,3}], [w_{2,1}, w_{2,2}], [w_{3,1}], [w_{5,1}]], 30, 48, 32$$

$$8, t = \frac{20}{17}, [[w_{1,1}, w_{1,2}, w_{1,3}], [w_{2,1}, w_{2,2}], [w_{3,1}], [w_{4,1}], [w_{5,1}]], 47, 68, 33.7$$

$$9, t = \frac{11}{10}, [[w_{1,1}, w_{1,2}, w_{1,3}], [w_{2,1}, w_{2,2}], [w_{3,1}, w_{3,2}], [w_{4,1}], [w_{5,1}]], 57, 79, 37.7$$

$$10, t = 1, [[w_{1,1}, w_{1,2}, w_{1,3}], [w_{2,1}, w_{2,2}], [w_{3,1}, w_{3,2}, w_{3,3}], [w_{4,1}], [w_{5,1}, w_{5,2}]], 68, 90, 44.2$$

$$11, t = \frac{7}{9}, [[w_{1,1}, w_{1,2}, w_{1,3}], [w_{2,1}, w_{2,2}], [w_{3,1}, w_{3,2}, w_{3,3}], [w_{4,1}], [w_{5,1}, w_{5,2}, w_{5,3}]], 77, 97, 46.3$$

$$12, t = \frac{11}{15}, [[w_{1,1}, w_{1,2}, w_{1,3}], [w_{2,1}, w_{2,2}], [w_{3,1}, w_{3,2}, w_{3,3}], [w_{4,1}], [w_{5,1}, w_{5,2}, w_{5,3}, w_{5,4}]], 92, 108, 47.8$$

$$13, t = \frac{13}{20}, [[w_{1,1}, w_{1,2}, w_{1,3}], [w_{2,1}, w_{2,2}], [w_{3,1}, w_{3,2}, w_{3,3}, w_{3,4}], [w_{4,1}], [w_{5,1}, w_{5,2}, w_{5,3}, w_{5,4}]], 112, 121, 50.8$$

$$14, t = \frac{3}{10}, [[w_{1,1}, w_{1,2}, w_{1,3}], [w_{2,1}, w_{2,2}], [w_{3,1}, w_{3,2}, w_{3,3}, w_{3,4}, w_{3,5}], [w_{4,1}], [w_{5,1}, w_{5,2}, w_{5,3}, w_{5,4}]], 162, 136, 53.3$$

$nn := 14$

Получено 14 вариантов возможного использования инвестиций, из которых программным способом по критерию оптимальности определяется наиболее приемлемый. Таким образом, достигнута основная цель исследования по усовершенствованию метода оценки рационального использования инвестиций.

Возможно также использование предложенного алгоритма для определения соотношения только двух из трех основных составляющих инвестиционной деятельности, например по типу двухпараметрической оптимизации [1]. Но предложенный экономико-математический подход позволяет решить и такую задачу, путем фиксации численного значения одной из трех составляющих и вариацией двух других. Это позволяет рассмотреть различные варианты использования инвестиций и выбрать наиболее оптимальный, исходя из поставленных условий.

## Выводы

Таким образом, предложен оригинальный экономико-математический подход к оценке рационального использования инвестиций в виде постановки и решения задачи векторной оптимизации соотношения суммарного объема инвестиций, суммарного объема выручки (дохода) и времени реализации финансируемых проектов. Для проведения теоретических исследований по оценке рационального использования инвестиций авторами разработана также соответствующая компьютерная программа вычислений. В результате получен действенный экономико-математический аппарат для осуществления анализа эффективности инвестиционной деятельности.

## ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Босов, А. А. Векторная оптимизация по двум показателям / А. А. Босов, Г. Н. Кодола, Л. Н. Савченко // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. 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.
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 // Зб. 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. Свідоцтво 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. Mikulás, L. Mathematical Optimization and Economic Analysis: Series: Springer Optimization and Its Applications / L. Mikulás. – New York : Springer, 2010. – Vol. 36. – 294 p. doi: 10.1007/978-0-387-89552-9.

С. В. МЯМЛІН<sup>1</sup>, К. В. ЖИЖКО<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Каф. «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 sergeyuyamlin@gmail.com, ORCID 0000-0002-7383-9304

<sup>2\*</sup>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,

## ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ

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. 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

S. V. MYAMLIN<sup>1</sup>, K. V. ZHYZHKO<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Dep. «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

<sup>2\*</sup>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.** Main aim of research is improving the investment's efficiency of industrial's enterprises and economic sectors. **Methodology.** Methodological approaches to estimation of investment's efficiency are improved by means of insights and analysis methods as well as by the methods of mathematical and economic modeling. **Findings.** Efficient mechanism for estimation rational level of using of investments was created and tested. The approach allows defining rational dependence between basic components of investment process (increase of income, volume of involving investment and time of investment project realization). **Originality.** Authors developed new economic-mathematical approach with aim of rational using of financial resources during the period of capital deficit. Approach based on solving problem of multi-objective optimization by means of using of set function. Application of proposed approach is up-to-date because of unstable economic situation in Ukraine. **Practical value.** As a result of using the developed economic-mathematical approach the rational options of investment can be found. The approach provides an opportunity to analyze a large number of possible investment projects and reduce it to the most profitable for investor. Developed approach also can be used in forming process of principles of highly efficient national economy.

*Keywords:* rational investment; set function; multi-objective optimization; income increase; investment volume; time of project realization; highly efficient national economy

### 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.

## ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ

4. Luhinin O.Ye., Fomishyna V.M. *Ekonomiko-matematychnye modeliuvannia* [Economic and mathematic modeling]. Kyiv, Znannia Publ., 2011. 342 p.
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]. Minsk, 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 budivnitsva 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. Miamlin 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. Mikuláš 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.

Статья рекомендована к публикации д.э.н., проф. О. Н. Гненным (Украина)

Поступила в редколлегию: 02.09.2014

Принята к печати: 21.10.2014