

СЕКЦІЯ 7 МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2019-34-33

УДК 336:338.27:658.29

Васильєв О.Б.

*кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри оптимального керування
та економічної кібернетики
Одеського національного університету
імені І.І. Мечникова*

Васильєва Н.С.

*кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри вищої математики
Одеської державної академії
будівництва та архітектури*

Тупко Н.П.

*кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри вищої математики
Національного авіаційного університету*

НОВИЙ ПІДХІД ДО ПОБУДОВИ РЕЙТИНГУ ПАРАМЕТРІВ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПРОЕКТУ ЗА ВЕЛИЧИНОЮ ЇХ РИЗИКІВ

У статті запропоновано новий підхід до побудови рейтингу проектних параметрів за спаданням їх ризиків збитковості інвестиційного проекту. Підхід заснований на пошуку динамічних точок беззбитковості проекту за кожним із проектних параметрів й аналізі величин відносних запасів інвестиційної беззбитковості проекту за цими параметрами. Чим більше відносний запас інвестиційної беззбитковості проекту за параметром, тим менше ризик збитковості проекту за цим параметром. Порівняно з класичним аналізом чутливості критеріїв ефективності проекту запропонований підхід відрізняється більшою простотою і прозорістю в розрахунках, природністю з економічного погляду. Під час застосування нового підходу не треба розраховувати значення еластичності критерію ефективності проекту за кожним із його параметрів.

Ключові слова: рейтинг проектних параметрів, динамічні точки беззбитковості проекту, відносні запаси інвестиційної беззбитковості проекту, аналіз чутливості, еластичність критерію ефективності проекту за параметром.

Васильєв А.Б., Васильєва Н.С., Тупко Н.П. НОВЫЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ РЕЙТИНГА ПАРАМЕТРОВ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА ПО ВЕЛИЧИНЕ ИХ РИСКОВ

В статье предложен новый подход к построению рейтинга проектных параметров по убыванию их рисков убыточности инвестиционного проекта. Подход основан на нахождении динамических точек безубыточности проекта по каждому из проектных параметров и анализе величин относительных запасов инвестиционной безубыточности проекта по этим параметрам. Чем больше относительный запас инвестиционной безубыточности проекта по параметру, тем меньше риск убыточности проекта по этому параметру. По сравнению с классическим анализом чувствительности критериев эффективности проекта предложенный подход отличается большей простотой и прозрачностью в расчетах, естественностью с экономической точки зрения. При использовании нового подхода не надо рассчитывать значения эластичности критерия эффективности проекта по каждому из его параметров.

Ключевые слова: рейтинг проектных параметров, динамические точки безубыточности проекта, относительные запасы инвестиционной безубыточности проекта, анализ чувствительности, эластичность критерия эффективности проекта по параметру.

Vasiliiev Oleksandr, Vasilieva Nataliia, Tupko Nataliia. A NEW APPROACH TO FORMATION OF RATING OF PARAMETERS OF INVESTMENT PROJECT IN TERMS OF THEIR RISKS

Formation of rating of parameters of investment project by decreasing of their risk is useful for effective project management, since the parameters of the project from the top of such a rating (i.e., riskier) need more attention. Project parameters with high risk are characterized by drastic changes in their values, which can adversely affect the course of investment project. Therefore formation of rating of parameters of investment project is an important procedure when analyzing its risks. The article proposes a new approach to formation of rating of project parameters in descending their risk of loss-making investment project. The approach is based on finding the dynamic break-even points of the project for each of the project parameters and analyzing the relative reserves of investment break-even of the project by these parameters. The larger the relative reserve of investment break-even of a project is by parameter, the lower is the risk of a project unprofitability by this parameter. Therefore, if project parameters are placed in ascending order of their relative reserves of investment break-even, then we get the desired rating of parameters of investment project by decreasing the risk of its unprofitability. Compared with the classical sensitivity analysis of the project's effectiveness criteria, the proposed approach is more simple and transparent in calculations, natural from an economic point of view. When using a new approach, it is not necessary to calculate the values of the elasticity of the project efficiency criteria for each of its parameters. The ratings of parameters, formed by using the new approach, coincide with the ratings, formed by using traditional sensitivity analysis. The fact that ratings coincide is demonstrated in an article on a

model example. Besides, the approach, proposed by the authors of the article, can be generalized to multifactor risk analysis methods for investment project (for example, the scenario method).

Keywords: design parameters rating, dynamic break-even points of a project, relative reserves of investment break-even of the project, sensitivity analysis, elasticity of the project efficiency criteria by parameter.

Постановка проблеми. У статті досліджуються проблеми кількісної оцінки ризиків інвестиційних проектів (ІП). Авторами пропонується ризик збитковості ІП оцінювати за величиною його запасів беззбитковості (безпеки): чим більше запаси, тим стійкіше проект перед загрозою різних негативних змін і тим менше ризик його збитковості. Таким чином, величина запасу беззбитковості проекту за якимось із проектних параметрів може бути кількісною мірою ризику збитковості проекту за цим параметром (при цьому залежність поміж величинами ризику і запасу – зворотна). Під час управління проектом дуже важливо мати рейтинг його параметрів за спаданням їх ризиків, тому що більш ризикованим параметрам треба приділяти й більшу увагу. Авторами статті зроблено спробу будувати рейтинг проектних параметрів за величинами їх відносних запасів інвестиційної беззбитковості проекту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Запаси беззбитковості (безпеки) виробництва розглядалися багатьма авторами [1, с. 443; 2, с. 221]. Однак усі дослідження цієї проблеми проводилися виключно в рамках традиційного статичного аналізу беззбитковості без урахування вартості грошей у часі. Проте будь-якому ІП властива певна протяжність у часі, тому під час аналізу прибутковості ІП вже не можна ігнорувати концепцію часової вартості грошей. Поняття запасів фінансової стійкості ІП повинні спиратися на динамічний аналіз беззбитковості [3, с. 19; 4, с. 137], в якому визначальним чинником замість прибутку до податків стають значення основних дисконтованих показників фінансової ефективності проекту (NPV, PI і т. п.). Під час розрахунку значень цих показників проводиться дисконтування вартості платежів проекту на момент його початку, тим самим ураховується падіння вартості платежів ІП у часі. Поняття запасу інвестиційної беззбитковості проекту для динамічного випадку, коли враховується падіння вартості платежів ІП у часі і замість прибутку визначальним чинником виступають значення одного з дисконтованих показників фінансової ефективності проекту, вперше було введено в попередній роботі авторів [5, с. 58]. Але воно було введено тільки для параметру обсягу виробництва (продажу) продукції ІП. У цій статті поняття запасу інвестиційної беззбитковості проекту узагальнено для всіх проектних параметрів. Побудова рейтингу параметрів ІП за спаданням їх ризиків традиційно здійснювалася у рамках класичного аналізу чутливості критеріїв ефективності проекту [6, с. 223; 7, с. 82]. Але ця побудова супроводжувалася досить складними розрахунками приблизних значень еластичності якогось із показників ефективності проекту за кожним параметром. Авторами даної статті пропонується новий підхід, заснований на аналізі величин відносних запасів інвестиційної беззбитковості проекту, під час застосування якого не треба розраховувати значення еластичності критеріїв.

Мета дослідження полягає у розробленні нового підходу до побудови рейтингу проектних параметрів за спаданням їх ризиків та порівнянні його з класичним аналізом чутливості критеріїв ефективності проекту.

Виклад матеріалу дослідження та його основні результати. Дослідження, проведені авторами даної роботи, належать до так званого динамічного аналізу без-

збитковості інвестиційних проектів [3, с. 19; 4, с. 137]. У рамках традиційного статичного аналізу беззбитковості виробництва продукції беззбитковий рівень визначається нульовим значенням прибутку до оподаткування [1, с. 443]. Оскільки будь-який інвестиційний проект (ІП) має певну тривалість, то у цьому разі не можна не враховувати падіння вартості грошей у часі. Тому мірою беззбитковості ІП замість прибутку виступає один із дисконтованих показників його фінансової ефективності. Найкраще для цих цілей підходить показник NPV (Net Present Value – чиста сучасна вартість), що визначається формулою [8, с. 61]:

$$NPV = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t}, \quad (1)$$

де I_0 – початкові інвестиції в ІП; t – номер поточного часового періоду ІП; n – число періодів ІП; CF_t – значення чистого доходу від експлуатації ІП у періоді t ; i – ставка дисконтування (вартість капіталу ІП).

Беззбитковий рівень інвестиційного проекту визначається нульовим значенням показника (1).

Нехай потік чистих доходів від ІП утворює просту постійну ренту постнумерандо з елементами, структура яких має вигляд:

$$CF_t = (Q(c-v) - FC - dep)(1-\tau) + dep = const, t = \overline{1, n}, \quad (2)$$

де Q – обсяг виробництва (продажів) однорідної продукції ІП за 1 період; c – ціна за одиницю продукції; v – питомі змінні витрати виробництва; FC – сумарні постійні витрати виробництва за 1 період ІП; dep – амортизаційні відрахування за 1 період ІП; τ – податок на прибуток; t – номер поточного часового періоду ІП; n – число періодів ІП.

Тоді беззбитковий рівень інвестиційного проекту задається рівнянням:

$$NPV = -I_0 + ((Q(c-v) - FC - dep)(1-\tau) + dep) * a(n; i) = 0, \quad (3)$$

де $a(n; i) = \left(1 - (1+i)^{-n}\right) / i$ – коефіцієнт дисконтування одиничної ренти за n періодів за процентною ставкою i .

Знайдемо значення параметрів проектного потоку платежів (2), що відповідають беззбитковому рівню інвестиційного проекту. Вирішуючи рівняння (3) щодо параметра Q (обсягу виробництва) за фіксованих значень інших параметрів, отримаємо:

$$Q_0 = \frac{1}{c-v} \left(\frac{1}{1-\tau} \left(\frac{I_0}{a(n; i)} - dep \right) + dep + FC \right) \quad (4)$$

Обсяг Q_0 виробництва однорідної продукції ІП за 1 період носить назву динамічної точки беззбитковості проекту [3, с. 19].

Знайдемо з рівняння (3) беззбиткові значення інших параметрів потоку платежів проекту. Вирішуючи рівняння щодо параметра c (ціни за одиницю продукції) за фіксованих значень інших параметрів, отримаємо [4, с. 139]:

$$c_0 = v + \frac{1}{Q} \left(\frac{1}{1-\tau} \left(\frac{I_0}{a(n; i)} - dep \right) + dep + FC \right) \quad (5)$$

Аналогічно знаходимо критичні значення параметрів v (питомих змінних витрат виробництва) і FC (сумарних постійних витрат виробництва за 1 період ІП):

$$v_0 = c - \frac{1}{Q} \left(\frac{1}{1-\tau} \left(\frac{I_0}{a(n; i)} - dep \right) + dep + FC \right), \quad (6)$$

$$FC_0 = Q(c-v) - \frac{1}{1-\tau} \left(\frac{I_0}{a(n; i)} - dep \right) - dep. \quad (7)$$

Зауваження 1. Значення динамічних точок беззбитковості проекту не обов'язково знаходити за допомогою точних формул (4-7). Якщо є доступ до комп'ютера, то значення цих точок можна визначити наближено за допомогою чисельних методів пошуку коренів рівняння (3). Наприклад, у середовищі Excel це можна зробити з інструментом «Пошук рішення» або за допомогою так званих «Таблиць підстановки» [8, с. 184].

Тепер визначимо поняття запасів беззбитковості ІІІ. Відносними запасами інвестиційної беззбитковості проекту за параметрами Q, c, v, FC відповідно назвемо такі величини:

$$\alpha_Q = \frac{Q - Q_0}{Q} = 1 - \frac{Q_0}{Q}, \quad (8)$$

$$\alpha_c = \frac{c - c_0}{c} = 1 - \frac{c_0}{c}, \quad (9)$$

$$\alpha_v = \frac{v_0 - v}{v_0} = 1 - \frac{v}{v_0}, \quad (10)$$

$$\alpha_{FC} = \frac{FC_0 - FC}{FC_0} = 1 - \frac{FC}{FC_0}, \quad (11)$$

де Q, c, v, FC – реальні (фактичні) значення параметрів конкретного ІІІ, ризики якого досліджуються, а Q_0, c_0, v_0, FC_0 – динамічні точки беззбитковості цього проекту, визначені формулами (4-7).

За величинами запасів (8-11) можна побудувати рейтинг параметрів ІІІ за спаданням ризику збитковості проекту. При цьому чим менше величина відносного запасу інвестиційної беззбитковості проекту за якимось із його параметрів, тим більше ризик збитковості проекту за цим параметром. Величини запасів (8-11) можуть бути довільного знаку: від'ємний знак величини запасу за якимось із проектних параметрів свідчить про те, що фактичне значення цього параметру гірше за беззбиткове. Такий параметр за ризиком збитковості проекту буде мати найвищий рейтинг.

Розглянутий підхід до побудови рейтингу параметрів ІІІ за їх ризиками можна назвати «зворотним аналізом чутливості». У рамках класичного традиційного аналізу чутливості критеріїв ефективності ІІІ спочатку змінюють на декілька процентів один із проектних параметрів. Потім знаходять відповідний відносний приріст якогось із критеріїв ефективності ІІІ (наприклад, NPV) та відношення цього приросту до відносного приросту параметру. Таким чином, приблизне значення еластичності (чутливості) критерію NPV до змін одного з проектних параметрів знаходять за формулою [7, с. 82]:

$$E = \frac{NPV_2 - NPV_1}{NPV_1} \div \frac{x_2 - x_1}{x_1}, \quad (12)$$

де x_1 – базове значення досліджуваного параметру;
 x_2 – змінене значення параметру;

NPV_1 – значення NPV за базових значень усіх параметрів проекту;

NPV_2 – значення NPV за зміненого значення тільки одного досліджуваного параметру.

Чим більше значення еластичності NPV до змін одного з параметрів ІІІ, тим більше ризик проекту, пов'язаний із цим параметром. Згідно з підходом, запропонованим у даній роботі, спочатку змінюємо значення критерію NPV (з фактичного до нульового), потім знаходимо беззбитковий значення всіх параметрів проекту, які відповідають нульовому значенню

NPV, і тільки після цього знаходимо відносний приріст значень для кожного з проектних параметрів, тобто знаходимо відносні запаси інвестиційної беззбитковості проекту для його параметрів.

Таким чином, маємо два різних підходи до побудови рейтингу параметрів ІІІ за спаданням їх ризиків. Згідно з класичним підходом, треба розташувати проектні параметри за спаданням значень еластичності (чутливості) критерію NPV до змін відповідних параметрів. Згідно з підходом, запропонованим у даній статті, треба впорядкувати параметри за зростом величин їх відносних запасів інвестиційної беззбитковості проекту. Як показують численні експерименти, рейтинги параметрів ІІІ, побудовані з використанням обох підходів, співпадають. Розглянемо ілюстративний приклад побудови рейтингів параметрів ІІІ за спаданням їх ризиків із використанням обох підходів.

Приклад.

Нехай параметри проектного потоку платежів (2) мають такі значення:

$Q=200; c=50; v=40; FC=500; dep=100; \tau=24\%; n=6; i=12\%; I_0=2000.$

Знайдемо значення NPV проекту за базових значень усіх його параметрів:

$NPV_1=2786$ у.о.

1. Побудуємо рейтинг параметрів ІІІ за спаданням їх ризику збитковості за допомогою впорядкування величин їх відносних запасів інвестиційної беззбитковості проекту (табл. 1).

2. Побудуємо рейтинг параметрів ІІІ за спаданням їх ризику за допомогою впорядкування величин еластичності (чутливості) критерію NPV до змін кожного з параметрів окремо (табл. 2).

Бачимо, що рейтинги параметрів за обома підходами співпадають. Найбільший ризик має параметр A – ціна за одиницю продукції ІІІ, а найнижчий – FC (сумарні постійні витрати виробництва за 1 період ІІІ).

Після побудови рейтингу проектних параметрів за їх ризиками можна визначити для кожного з параметрів його зону ризику у так званій матриці прогнозованості і значущості параметрів ІІІ [7, с. 85]. Параметр A (ціна за одиницю продукції) є погано прогнозованим параметром проекту, оскільки він залежить від багатьох ринкових чинників. При цьому у нашому прикладі цей параметр виявився найризикованішим (перше місце у рейтингу). Таким чином, цей параметр потрапляє у першу зону ризику матриці (зону максимального ризику). У такому разі, згідно зі стандартними вказівками [7, с. 85], потрібні подальша перевірка й уточнення значень цього параметру. Далі, параметр v (питомі змінні витрати виробництва) на відміну від попереднього параметру є досить прогнозованим, оскільки його значення визначаються умовами виробництва продукції ІІІ. При цьому у прикладі цей параметр є досить ризикованим (друге місце у рейтингу), тому цей параметр потрапляє у другу зону ризику матриці (зону середнього ризику). Згідно з рекомендаціями, у цьому разі треба уважно відслідковувати поведінку даного параметру ІІІ. Параметри Q і FC потрапляють у третю зону ризику матриці (зону мінімального ризику), тому що значення цих параметрів досить прогнозовані (визначаються умовами виробництва продукції ІІІ) і ризик їх теж помірний. Згідно з рекомендаціями, у цьому разі треба встановити значення параметрів і забути про них.

Зауваження 2. У разі виробництва декількох видів продукції ІІІ будемо називати динамічною точкою беззбитковості проекту таку величину виручки від продажу продукції усіх видів, за якої NPV проекту дорівнює нулю. У цьому разі замість рівняння (3) будемо мати таке рівняння:

Таблиця 1

**Рейтинг параметрів за спаданням ризику збитковості проекту
(за зростанням відносних запасів інвестиційної беззбитковості проекту)**

Параметр	Динамічні точки беззбитковості	Відносні запаси беззбитковості	Рейтинг за спаданням ризику
<i>c</i>	45,5	0,09 (9%)	1
<i>v</i>	44,5	0,11(11%)	2
<i>Q</i>	111	0,45 (45%)	3
<i>FC</i>	1400	1,8 (180%)	4

Джерело: авторська розробка

Таблиця 2

Рейтинг параметрів проекту за спаданням їх ризику (за спаданням значень еластичності (чутливості) критерію NPV до змін параметрів)

Параметр	Приріст параметру	NPV ₂	Еластичність (E)	Рейтинг за спаданням ризику
<i>c</i>	5%	4348	11,21	1
<i>v</i>	5%	4036	8,97	2
<i>Q</i>	5%	3098	2,24	3
<i>FC</i>	5%	2864	0,56	4

Джерело: запропоновано авторами

$$NPV = -I_0 + ((A - VC - FC - dep)(1 - \tau) + dep) * a(n; i) = 0, \quad (13)$$

де *A* – виручка від продажу продукції ІІІ усіх видів; *VC* – сумарні змінні витрати виробництва продукції ІІІ за 1 період.

Формула динамічної точки беззбитковості проекту має вигляд:

$$A_0 = \frac{1}{1 - \tau} \left(\frac{I_0}{a(n; i)} - dep \right) + VC + FC + dep \quad (14)$$

Відносний запас інвестиційної беззбитковості проекту за параметром *A* визначимо так:

$$\alpha_A = \frac{A - A_0}{A} = 1 - \frac{A_0}{A} \quad (15)$$

Абсолютно аналогічно можна вивести формули для параметрів *VC* і *FC*, а потім побудувати рейтинг параметрів ІІІ за спаданням ризику збитковості.

Висновки. Із зазначеного вище можна зробити такі висновки:

1. На підставі проведеного дослідження запропоновано новий підхід до побудови рейтингу параметрів ІІІ за спаданням ризику збитковості проекту. Порівняно з класичним аналізом чутливості критеріїв ефективності проекту запропонований підхід відрізняється більшою простотою і прозорістю у розрахунках, природністю з економічного погляду. Критичні значення проектних параметрів (тобто динамічні точки беззбитковості проекту) треба знаходити у рамках обох підходів, але у запропонованому авторами підході не треба знаходити приблизні значення еластичності критеріїв за кожним із параметрів. Достатньо тільки знайти відносний запас (тобто приріст) для кожного з параметрів, що значно простіше. Окрім цього, під час використання запропонованого підходу ми отримуємо відповіді одразу на два запитання:

- наскільки великим є ризик збитковості проекту за даним параметром;
- наскільки стійким із фінансового погляду є проект за даним параметром.

2. Обом підходам, що порівнюються у цій статті, притаманний один суттєвий недолік – однофакторність. Але якщо для класичного аналізу чутливості цей недолік є непереборним, то у запропонованому авторами підході є шлях його подолання: аналіз відносних запасів інвестиційної беззбитковості проекту

можна узагальнити на багатофакторні методи аналізу ризиків ІІІ (наприклад, метод сценаріїв).

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Лукасевич І.Я. Финансовый менеджмент. Москва : Эксмо, 2010. 768 с.
2. Боярко І.М., Гриценко Л.Л. Інвестиційний аналіз. Київ : ЦУЛ, 2011. 400 с.
3. Васильєв А., Тупко О. Динамический анализ безубыточности инвестиционного проекта. *Науковий вісник Одеського національного економічного університету*. 2014. № 7. С. 16–23.
4. Васильєв А.Б., Васильєва Н.С. Анализ финансовой устойчивости инвестиционного проекта по его параметрам. *Управленческий учёт и финансы*. 2017. № 2. С. 134–145.
5. Васильєв А.Б., Васильєва Н.С., Тупко Н.П. Уровни доходности и запасы инвестиционной безубыточности и приемлемости проекта. *Науковий вісник Одеського національного економічного університету*. 2014. № 10 (218). С. 51–63.
6. Волков І.М., Грачєва М.В. Проектный анализ. Москва : ЮНИТИ, 1998. 423 с.
7. Грачєва М.В. Риск-анализ инвестиционного проекта. Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 351 с.
8. Лукасевич І.Я. Анализ финансовых операций. Москва : ЮНИТИ, 1998. 400 с.

REFERENCES:

1. Lukasevich I.Ya. (2010). Finansovyy menedzhment [Financial management]. Moskva : Eksmo. [in Russian]
2. Boiarko I.M., Hrytsenko L.L. (2011). Investytsiyniy analiz [Investment analysis]. Kyiv : TsUL. [in Ukrainian]
3. Vasilev A., Tupko O. (2014). Dinamicheskyy analiz bezubytchnosti investitsionnogo proekta. *Naukoviy visnyk Odeskoho natsionalnoho ekonomichnoho universytetu*, 7, 16–23. [in Russian]
4. Vasilev A.B., Vasileva N.S. (2017). Analiz finansovoy ustoychivosti investitsionnogo proekta po ego parametram [Analysis of the financial sustainability of the investment project according to its parameters]. *Upravlencheskiy uchyot i finansyi*, 2, 134–145. [in Russian]
5. Vasilev A.B., Vasileva N.S., Tupko N.P. (2014). Urovni dohodnosti i zapasyi investitsionnoy bezubytchnosti i priemlemosti proekta [Yields and investment break-even stock and project acceptability reserves]. *Naukoviy visnyk Odeskoho natsionalnoho ekonomichnoho universytetu*, 10(218), 51–63. [in Russian]
6. Volkov I.M., Grachyova M.V. (1998). Proektnyyiy analiz [Project analysis]. Moskva : YuNITI. [in Russian]
7. Grachyova M.V. (2001). Risk-analiz investitsionnogo proekta [Risk analysis of an investment project]. Moskva : YuNITI-DANA. [in Russian]
8. Lukasevich I.Ya. (1998). Analiz finansoviyh operatsiy [Analysis of financial transactions]. Moskva : YuNITI. [in Russian]