

УДК 330.115:658.1

## ОПТИМІЗАЦІЯ ФІНАНСУВАННЯ НАПРЯМІВ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА ПРИ РЕСТРУКТУРИЗАЦІЇ

ОМЕЛЬЧЕНКО О. С.

аспірант

Київ

**Вступ.** Ефективна реструктуризація підприємств можлива лише за умови, коли керівництво не зосереджується винятково на короткотермінових цілях, а орієнтується на перспективу. Забезпечення стійкого зростання і досягнення високого рівня конкурентоспроможності вимагають здійснення стратегічної реструктуризації. Пов'язана зі стратегією розвитку підприємства така довготермінова реструктуризація дозволяє досягти амбітних цілей за рахунок стратегічного прогнозування і планування, адаптації структури і процесів діяльності підприємства, впровадження ефективних інформаційних систем для вищого керівництва.

Важливим аспектом реструктуризації є розподіл фінансування за напрямками діяльності. Ціни активів підприємства можуть швидко змінюватися і можливі збитки можуть бути дуже великими. Тому кожне підприємство повинне постійно виконувати кількісне оцінювання можливих доходів і втрат по різних контрагентам і напрямкам діяльності. Це дозволить не вийти за обмеження, які накладаються на їх діяльність регулюючими органами, кредиторами, споживачами, власниками. Необхідність оптимального розподілу з урахуванням стратегічних цілей, результатів здійснення інвестиційних програм і притаманних їм ризиків викликають потребу у відповідних економіко-математичних моделях і методах.

**1. Фінансування реструктуризації в умовах кризи.** Відомо, що кризові ситуації можуть виникати на всіх етапах життєвого циклу підприємства [1]. Природно,

що управління має бути антикризовим у тому сенсі, щоб не тільки забезпечувати подолання кризи, а переважно запобігати кризам. Тому в організаційно-економічний механізм реструктуризації повинен включати складові, які передбачають можливість його застосування як для здійснення антикризової (оперативної), так і стратегічної (еволюційної чи адаптаційної) реструктуризації. Організаційно-економічний механізм реструктуризації повинен одночасно бути: превентивним і кризовим; проактивним і реактивним; активним і пасивним.

**Щ**об бути превентивним і проактивним, організаційно-економічний механізм повинен забезпечувати: діагностування внутрішнього і зовнішнього середовища; прогнозування майбутнього стану підприємства; розроблення програми розвитку підприємства; розроблення стратегії реструктуризації, спрямованої на розвиток; деталізацію стратегії реструктуризації; організацію і здійснення реструктуризаційних процедур і заходів; облік результатів і контроль за виконанням заходів; коригування. Хоч в процесі систематичного моніторингу зовнішнього і внутрішнього середовища підприємства не виявлено негативних явищ і їх наростання, завчасно розробляються антикризові заходи, удосконалюється система управління, формується потенціал підприємства, у тому числі кадровий потенціал для роботи в кризових ситуаціях, завчасно нагромаджуються ресурси, відбуваються зміни в структурі, технологіях, ринковій політиці тощо, які забезпечать розвиток підприємства, запобігання кризам і готовність до можливих труднощів у майбутньому. З точки зору антикризового управління таку діяльність можна назвати «пасивним» антикризовим управлінням. Послідовність його етапів залежить від стану підприємства, його потенціалу, зовнішнього бізнес-середовища. Така реструктуризація здійснюється без формування спеціального антикризового менеджменту.

Щоб бути ще й кризовим і реактивним організаційно-економічний механізм повинен забезпечувати ту ж загальну схему функціонування від діагностування до втілення рішень. Але тепер управління здійснюється спеціальним антикризовим менеджментом за схемами «активного» антикризового управління, в основу якого покладена швидка реакція на зміни зовнішнього і внутрішнього середовища за завчасно розробленою схемою оздоровчих заходів, придатних в даній ситуації, або розроблення нових адекватних у ситуації, що склалася, схем. У цьому випадку програма реструктуризації підприємства залежить не тільки від наведених вище чинників, але й від глибини кризи. Вона включає наведені вище етапи з акцентом на визначенні цілей і завдань оперативної реструктуризації, створенні антикризового менеджменту, постійному діагностуванні загрози банкрутства підприємства, удосконаленні системи антикризового управління.

Але для забезпечення стійкого зростання і досягнення високого рівня конкурентоспроможності змін внаслідок оперативної реструктуризації, навіть якщо вона пройшла досить успішно і за короткі терміни, звичайно не достатньо. Якщо реалізація короткотермінових

заходів буде призупинена, то дуже ймовірно, що підприємство через певний період часу знову опиниться в стані кризи. Тому необхідність у проведенні довготермінової (стратегічної) реструктуризації не зникає, оскільки потрібно перевизначити стратегічні цілі підприємства, розробити стратегію його розвитку, напрями та інструменти її реалізації. Саме стратегічна реструктуризація забезпечує стійкий розвиток і досягнення високого рівня конкурентоспроможності за рахунок стратегічного прогнозування і планування, адаптації структури і процесів діяльності і відстеження траєкторії стратегічного розвитку шляхом створення інформаційних систем для вищого керівництва.

**Т**аким чином, організаційно-економічний механізм реструктуризації повинен передбачати функціонування в нормальних умовах зростання, коли він переважно здійснює аналітичну діяльність (аналіз ситуації, створення проекту реструктуризації), на кризовому етапі, коли реалізується сукупність заходів, орієнтованих на фінансову стабілізацію діяльності підприємства, на посткризовому етапі, коли реалізується сукупність заходів, орієнтованих на підвищення конкурентоспроможності підприємства у довгостроковому періоді, оцінюються результати реструктуризації, впроваджується система моніторингу.

Розроблення стратегії реструктуризації підприємства передбачає, крім багато іншого, вибір напрямів структурної перебудови підприємства і зміни виробничих структур. Розроблення зазначеної стратегії передбачає використання економіко-математичних методів для прийняття найкращих обґрунтованих рішень. Особливе місце при визначенні стратегії реструктуризації посідають моделі та методи визначення фінансування напрямів діяльності підприємства, побудова яких уможлиблює структурні перетворення підприємства.

**2. Моделі та методи оцінювання й розподілу фінансування.** Оскільки підприємництво нерозривно пов'язано з невизначеністю, ризиковість є невід'ємною ознакою підприємницької діяльності [1, 2]. Будь-яке управлінське рішення щодо тієї чи іншої господарської операції є джерелом ризику, тому управління ризиками є об'єктивною необхідністю та обов'язковою умовою ефективності моделі менеджменту на підприємстві.

Традиційно експертним шляхом будувалася чітко визначена множина сценаріїв майбутніх подій, для яких оцінювалися прогнозовані значення основних показників діяльності, а потім кожному сценарію приписувалася певна ймовірність його здійснення. Для оцінки проекту приймали приведену вартість проекту:

$$PV = \sum_{s \in S} u \left( \sum_{t \in T} \frac{CFts}{1 + r_t} P_s \right), \quad (1)$$

де  $u(\cdot)$  – функція корисності, яка визначає схильність компанії до ризику;  $CFts$  – грошовий потік, очікуваний за сценарієм  $s \in S$  в момент часу  $t \in T$ ;  $r_t$  – ставка дисконтування в момент часу  $t \in T$ ;  $P_s$  – ймовірність реалізації сценарію  $s \in S$  (причому  $\sum_{s \in S} P_s = 1$ ).

Для оцінювання ймовірностей  $P_s$  використовували класичний або емпіричний підходи, кожний з яких породжував проблеми при реалізації (1). Не виправдали себе й методики побудови функцій корисності.

Тому у фінансовому ризик-менеджменті перейшли до прийняття рішень на основі реальних цін, за якими на ринку можна продати чи купити грошові потоки, очікувані за кожним із сценаріїв, що розглядаються. Вираз (1) замінили на нейтральну до ризику оцінку вартості складного інструмента, в якій ймовірності реалізації сценаріїв одержані на основі реальних ринкових цін умовних зобов'язань:

$$PV = \sum_{s \in S} u \left( \sum_{t \in T} \frac{CF_{ts}}{1+r_t} P_s^* \right), \quad (2)$$

де  $P_s^*$  – об'єктивна ймовірність реалізації сценарію  $s \in S$ , розрахована на основі ринкових цін (як і раніше,  $\sum_{s \in S} P_s^* = 1$ ).

Наведені концепції сформувалися на початку 70-х років. З того часу з'явилася вартісна міра ризику (value at risk – VaR), аналоги VaR знайшли застосування для оцінювання кредитного ризику і був розроблений «операційний VaR» для інтегральної оцінки ризику для усього підприємства.

Економісти вважають, цей підхід можна застосовувати до підприємств інших галузей діяльності, в тому числі машинобудування. Для цього необхідно від захисної мінімізації прийнятного ризику перейти до активного, випереджувального управління ним з метою зменшення впливу специфічних чинників і циклів ринкової кон'юнктури і викликаних ними криз на підприємства галузі. Іншими словами, необхідно знайти оптимальне співвідношення між ризиком і доходністю в масштабі всього підприємства.

Звичайно за кількісну міру інтегрального ризику (ризик банкрутства) приймають волатильність ринкової вартості підприємства, для оцінки якої використовують стандартне відхилення доходності акцій підприємства (якщо вони мають обіг на фондовому ринку) або стандартне відхилення рентабельності активів в підприємства [2]. Оскільки саме цей ризик цікавить керівництво і власників, і його зростання сприймається інвесторами як сигнал до продажу їх акцій, важливо підтримувати його на прийнятному для всіх зацікавлених сторін рівні. На практиці цього досягають за рахунок визначення і забезпечення відповідності між розміром запозиченого акціонерного капіталу і прийнятними ризиками.

Ця задача ефективно вирішується на основі структурного підходу, коли підприємство розглядається як набір взаємопов'язаних напрямів діяльності, які характеризуються різними співвідношеннями очікуваної доходності і ризику. Для забезпечення одного й того ж рівня ризику кожному підрозділу підприємства повинен бути визначений свій розмір капіталу з урахуванням внутрішніх ефектів диверсифікації.

Управління ризиками на рівні підприємства включає багато складових, серед яких важливе місце посідають визначення напрямів діяльності, управління ризиком на рівні окремих напрямів діяльності, насамперед, розподіл відповідальності і капіталу.

Схильність до ризику визначається власниками непрямо через потрібну їм доходність на вкладений капітал. Наявність декількох напрямів діяльності, які характеризуються різними рівнями ризику, ускладнює інтегральну оцінку їх схильності до ризику. Схильність до ризику постійно коригується за результатами діяльності і змінами бізнес-середовища з урахуванням інтересів усіх зацікавлених сторін.

Розглянемо існуючі моделі оцінювання і розподілу фінансування між напрямками діяльності підприємства. Для підприємств, представлених акціями на фондовому ринку, можна скористатися концепціями економічної добавленої вартості – economic value added (EVA) і скоригованої на ризик рентабельності капіталу – risk-adjusted return on capital (RAROC).

В умовах банкрутства EVA дозволяє оцінити значення інвестицій для виходу із цього стану і є основою для прийняття рішень щодо реструктуризації. Для оцінювання роботи окремих підрозділів необхідно визначити для кожного підрозділу його внесок у прибуток і обсяг задіяного капіталу. Іншим підходам до прийняття рішення щодо відмови від напрямку діяльності, насамперед COE (return on equity) і підходу, побудованому на максимізації бухгалтерського прибутку, властиві недоліки.

Розрахунок показника RAROC для підприємств, представлених на фондовому ринку, складає другу важливу складову оцінювання підприємств для прийняття рішень щодо виходу із стану банкрутства. Він введений для забезпечення підприємства капіталом для здійснення його діяльності на рівні, достатньому для покриття можливих втрат внаслідок ризиків.

Якщо підприємство не представлене акціями на фондовому ринку, то необхідні інші показники, оскільки відсутня оцінка результатів діяльності у будь-який момент часу. Тут доцільно повернутися до класичних показників і методів їх оцінювання, але врахувати умови невизначеності.

Для розподілу капіталу за напрямками діяльності часто використовують підхід на основі рівної ймовірності банкрутства, в основу якого покладений індекс  $Z$ , запропонований Хенноном і Хенвеком [2]:

$$Z = (EROA + (C/A))/\delta ROA, \quad (3)$$

де EROA – очікувана рентабельність активів (відношення прибутку до виплати податків до суми активів);  $C/A$  – доля капіталу в активах;  $\delta ROA$  – стандартне відхилення рентабельності активів.

**3 Постановка проблеми дослідження.** Необхідно розробити моделі й відповідні методи розподілу фінансування між напрямками діяльності підприємства з урахуванням можливих результатів і ризиків. Рішення щодо фінансування повинне прийматися на основі набору сценаріїв розвитку ситуації з урахуванням багатьох періодів. Зазначені моделі і методи повинні забезпечити кількісне оцінювання підлягання ризику, розрахунки економічних показників підприємства та врахування впливу ризиків. Ці моделі і методи повинні дозволити керівництву підприємства

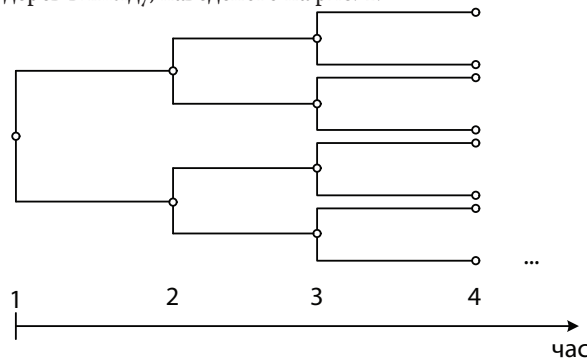
приймати рішення щодо його реструктуризації на основі інформації, яка характеризує можливі позитивні результати підприємства від вибору певного варіанту розвитку з урахуванням ризиків.

**4. Оптимізація фінансування напрямів діяльності підприємства.** В умовах банкрутства власники підприємства намагаються отримати дохід, щоб покрити зобов'язання, створити умови зростання в наступні періоди. Оскільки бізнес-середовище характеризується достатньо високою змінністю, що впливає на ризики і рентабельність напрямів діяльності, необхідно врахувати можливість перебудови плану при значних змінах цих параметрів.

Для цього рекомендується будувати багатоперіодичні моделі оптимізації фінансування напрямів діяльності і використовувати багатокрокове стохастичне програмування [2]. Стан набору напрямів діяльності розглядається у визначені моменту часу  $t \in T = \{1, \dots, T\}$ , де перший момент відповідає поточній даті, а останній називають горизонтом планування. У кожний моменту часу  $t \in T$  власник має прийняти рішення щодо фінансування напрямів діяльності в умовах невизначеності їх дохідності, надходження засобів і платежів.

Саме якість сценаріїв, які повинні об'єктивно, з урахуванням законодавства, можливих у реальності подій, здійснюваних дій та інших обставин, здатних вплинути на прийняття рішень, відображати майбутні зміни економічної ситуації, визначає адекватність результатів оптимізації.

Виходячи з особливостей прийняття рішень в умовах банкрутства, яке регулюється законодавчо, сценарії зміни випадкових чинників доцільно будувати у вигляді дерев вигляду, наведеного на рис. 1.



**Рис. 1. Деревовидний вигляд сценарію**

Для оцінювання випадкових параметрів будемо використовувати статистичні моделі і експертну інформацію. При генеруванні сценаріїв необхідно враховувати залежності між економічними змінними, що використовуються в процесах прийняття рішень, арбітражні можливості враховувати лише як характеристики сценарію, але не враховувати їх при визначенні параметрів у моментах прийняття рішень.

Використаємо запропоновані в [2] позначення і обмеження. Нехай  $x_{jt}^s, g_{jt}^s, l_{jt}^s, p_{jt}^s, q_{jt}^s$  – відповідно сумарний обсяг, збільшення і зменшення фінансування, відносні витрати на залучення додаткового фінансування і відносні витрати, пов'язані із вилученням фінансу-

вання, напряму діяльності  $j$  в момент  $t$  у випадку реалізації сценарію  $s$ ;  $r_{jt}^s$  – дохідність напряму діяльності  $j$  за час від  $t$  до  $t+1$  у випадку реалізації сценарію  $s$ .

Тоді для кожного напрямку діяльності  $j$  у кожний момент часу  $t$  для кожного сценарію  $s$  повинна виконуватись умова:

$$x_{j,t+1}^s = x_{j,t}^s(1+r_{j,t}^s) - l_{j,t}^s(1+q_{j,t}^s) + g_{j,t}^s(1-p_{j,t}^s). \quad (4)$$

А для потоку наявних засобів повинна виконуватись в кожний момент  $t$  для кожного сценарію  $s$  така умова:

$$x_{0,t+1}^s = x_{0,t}^s(1+r_{0,t}^s) - \sum_j l_{j,t}^s(1+q_{j,t}^s) + \sum_j g_{j,t}^s(1-p_{j,t}^s) + \sum_j v_{j,t} + u_t^s, \quad (5)$$

де  $x_{0,t+1}^s$  – кількість наявних засобів на момент  $t+1$  у випадку реалізації сценарію  $s$ ;  $x_{0,t}^s$  – кількість наявних засобів на момент часу  $t$  у випадку реалізації сценарію  $s$ ;  $v_{j,t}$  – платежі за  $j$ -м напрямом діяльності в момент часу  $t$  у випадку реалізації сценарію  $s$ ;  $u_t^s$  – різниця надходження і відтоку засобів в момент часу  $t$  у випадку реалізації сценарію  $s$ .

Крім того, виходячи з особливостей побудови сценаріїв, для кожних двох сценаріїв  $S^I$  та  $S^{II}$  для кожного напрямку діяльності повинна виконуватись умова у будь-який момент часу  $t$ :

$$x_{j,t}^{s^I} = x_{j,t}^{s^{II}}. \quad (6)$$

За критерієм оптимальності доцільно прийняти функціонал

$$\left( \sum_{j=1}^J \sum_{s=1}^S NPV_j^s / Risk_j^s \right) / \gamma \rightarrow \max, Risk_j^s > 0, \quad (7)$$

де  $\gamma$  – коефіцієнт, який відображає схильність власника до ризику;  $NPV_j^s$  – чиста сучасна цінність інвестицій напрямом діяльності  $j$  у випадку реалізації сценарію  $s$ ;  $Risk_j^s$  – ризик-функція інвестицій напрямом діяльності  $j$  у випадку реалізації сценарію  $s$ ;  $\Theta = \{ x_{jt}^s \}$ .

Значення функціоналу у (7) залежить від змінних, які характеризують рішення власника в різні вибрані моменти часу у майбутньому.

Для визначення чистої сучасної цінності інвестицій напрямом діяльності  $j$  у випадку реалізації сценарію  $s$  будемо використовувати формулу:

$$NPV_j^s = -I_j^s + \sum_{t=1}^T \Delta V_{jt}^s / (1+r)^t + C_j^s / (1+r)^{T+1}. \quad (8)$$

Обчислення ризик-функції інвестицій напрямом діяльності  $j$  у випадку реалізації сценарію  $s$  виконується за виразом, запропонованим у праці [3]:

$$Risk_j^s = \sum_{t=1}^{T-1} \varphi_j^s(\alpha_t) \cdot \Delta \alpha, \quad (9)$$

Де функція  $\varphi_j^s(\alpha_t)$  може бути обчислена за допомогою правила А.

**Правило А.** Якщо  $G < NPV_j^s(1\alpha)$ , то  $\varphi_j^s(\alpha_t) = 0$ .

Якщо  $NPV_j^s(1\alpha) \leq G \leq NPV_j^s(2\alpha)$ , то

$$\varphi_j^s(\alpha_t) = (G - NPV_j^s(1\alpha)) / (NPV_j^s(2\alpha) - NPV_j^s(1\alpha)).$$

Якщо  $G > NPV_j^s(2\alpha)$ , то  $\varphi_j^s(\alpha_t) = 1$ .

Тут  $G$  – попередньо заданий плановий рівень NPV, а  $NPV_j^s(1\alpha)$  і  $NPV_j^s(2\alpha)$  – це сегментно-інтервальні функції, побудовані на основі функції належності трикутного числа.

Якщо визначити ймовірності реалізації окремих сценаріїв, то задачу (7) за умов (4)–(6) з урахуванням (8)–(9) можна звести до детермінованої задачі, використовуючи, наприклад, запропоновану у праці [4] методичку, і вирішити методами внутрішньої точки з використанням деревовидної структури сценаріїв для скорочення перебору.

Вирішення цієї задачі забезпечить необхідну диверсифікацію фінансування напрямів діяльності для захисту від цілої групи несистематичних ризиків.

Цей підхід до оптимізації фінансування напрямів діяльності на основі сценаріїв і багатоперіодичної моделі, яка дозволяє перебудовувати плани, дозволяє також враховувати обмеження, які накладають регулюючі органи, наприклад регулятор, податкові виплати, побажання власників, інвесторів та вищого керівництва.

Перейдемо до визначення ризиків.

**5. Ризик-функція інвестиційного проекту.** Якщо інвестиційний аналіз визначив вигляд результуючого показника інвестиційного проекту NPV, то для деяких важливих способів його представлення в умовах невизначеності відомі точні й наближені аналітичні залежності для оцінювання ризику інвестицій Risk ( $G$ ). Для цього будемо розглядати можливість ризику інвестицій як можливість того, що за результатами інвестиційного процесу NPV виявиться нижчим від граничного рівня  $G$ .

Надалі граничний рівень  $G$ , який можна розглядати як скалярну змінну і нечітке число, прийемо за чітке число. Тоді (9) можна назвати ризик-функцією інвестиційного проекту і визначати відповідним до способу представлення нечіткості способом:

1. Показник NPV заданий як інтервальне значення  $NPV = [NPV_{\min}, NPV_{\max}]$ , наприклад  $NPV = [-10, 50]$  є інтервальною оцінкою. Для того, щоб побудувати аналітичний вираз для Risk ( $G$ ), скористаємося відомою властивістю інтервальної оцінки – відсутністю вираженого рівня переваги одних значень над іншими у межах інтервалу, яка зберігається при будь-яких рівнях  $\alpha$ . Відповідно, ризик неефективності проекту, вимірюваний за інтервальною NPV, може бути обчислений за допомогою правила В.

**Правило В.** Якщо  $G < NPV_{\min}$ , то Risk ( $G$ ) = 0.

Якщо  $NPV_{\min} \leq G \leq NPV_{\max}$ , то

$$Risk(G) = (G - NPV_{\min}) / (NPV_{\max} - NPV_{\min}).$$

Якщо  $G > NPV_{\max}$ , то Risk ( $G$ ) = 1.

У цьому випадку зі зростанням обмеження ризик проекту зростає лінійно, що свідчить про інтервальний характер невизначеності. У загальному випадку, якщо про NPV відомо щось більше, ніж інтервал можливих значень, ризик-функція є нелінійною.

2. Показник NPV, заданий як трикутно-симетричне нечітке число  $NPV = NPV_{av} \pm \Delta$ , наприклад  $NPV = 20 \pm 30$ , є трикутно-симетричною оцінкою.

Оскільки є очікування деякого середнього рівня ефективності, розглядаючи відхилення від очікуваного середнього як відхилення  $\pm \Delta$ , у загальному випадку аналітичний вираз для ризик-функції Risk ( $G$ ) для NPV вигляду трикутного числа можна записати:

$$Risk(G) = \begin{cases} 0, G < NPV_{\min} \\ R \times (1 + \frac{1-\alpha_1}{\alpha_1} \times \ln(1-\alpha_1)), NPV_{\min} \leq G < NPV_{av} \\ 1 - (1-R) \times \\ \times (1 + \frac{1-\alpha_1}{\alpha_1} \times \ln(1-\alpha_1)), NPV_{av} \leq G < NPV_{\max} \\ 1, G \geq NPV_{\max} \end{cases} \quad (10)$$

де  $R$  і  $\alpha_1$  можуть бути обчислені за допомогою правил С і D відповідно.

**Правило С.** Якщо  $G < NPV_{\max}$ , то

$$R = (G - NPV_{\min}) / (NPV_{\max} - NPV_{\min}).$$

Якщо  $G \geq NPV_{\max}$ , то  $R = 1$ .

**Правило D.** Якщо  $G < NPV_{\min}$ , то  $\alpha_1 = 0$ .

Якщо  $NPV_{\min} \leq G < NPV_{av}$ , то

$$\alpha_1 = (G - NPV_{\min}) / (NPV_{av} - NPV_{\min}).$$

Якщо  $G = NPV_{av}$ , то  $\alpha_1 = 1$ .

Якщо  $NPV_{av} < G < NPV_{\max}$ ,

$$\text{то } \alpha_1 = (NPV_{\max} - G) / (NPV_{\max} - NPV_{av}).$$

Якщо  $G \geq NPV_{\max}$ , то  $\alpha_1 = 0$ .

У цьому трикутно-симетричному випадку виконується умова  $\Delta = NPV_{av} - NPV_{\min} = NPV_{\max} - NPV_{av}$ , і ризик-функція має центрально-симетричний вигляд із центром симетрії в точці  $(NPV_{av}, 50\%)$ . При цьому можна виділити ділянки повільного (приблизно до точки 13,20%) і швидкого (приблизно до точки 27,80%) зростання і насичення функції.

Якісно поріг ( $G_{\text{stop}}, 20\%$ ) є дуже важливим і характеризує границю між умовно-прийнятними й неприйнятними значеннями ризику проекту ( $G_{\text{stop}} = Risk-1 (20\%) = 13$  доречно називати порогом прийнятного ризику для трикутно-симетричних NPV).

Якщо, далі, класифікувати умовно-прийнятні рівні ризику на прийнятні й прикордонні, то можна в першому наближенні виділити рівень 10%-ого ризику як межовий. Відповідне значення  $G_{\text{alert}} = Risk-1 (10\%) = 7$  варто назвати попереджувальним порогом, коли необхідно видавати попередження про перехід від прийнятних рівнів ризику проекту до прикордонного.

Із найзагальнішої точки зору, задача класифікації рівнів ризику проекту з огляду на їхню допустимість – це задача гранулювання [5] рівня  $G$ , тобто виділення однотипних кластерів, які характеризуються загальним лінгвістичним описом, чітке гранулювання рівнів  $(NPV_{\min}, G_{\text{alert}}, G_{\text{stop}}, NPV_{\max})$ . Таке гранулювання може бути й нечітким, наприклад, із застосуванням трапецієподібних функцій належності.

3. Показник NPV заданий як трикутне число довільного вигляду  $NPV = (NPV_{\min}, NPV_{av}, NPV_{\max})$ , наприклад  $NPV = (-10, 10, 50)$  є трикутною оцінкою за-

гального виду. Тут будемо застосовувати формулу (9). Оскільки порівняно з попереднім випадком зміщено вершину трикутного числа ліворуч по осі абсцис, ризик проекту повинен зрости. Результатом обчислення є  $Risk(0) = 5.3\%$ . Дійсно, ризик зріс у порівнянні з одержаним у попередньому випадку результатом  $3.2\%$ . Зникла також симетрія функції, характерна для попереднього випадку, а також змістилися ліворуч по осі абсцис рівні  $G_{alert} = 3 < 7$  і  $G_{stop} = 7.5 < 13$ . Тобто, проект значно ризикованіший, ніж проект із прикладу попереднього випадку.

Для несиметричного трикутного числа  $NPV = (-10, 10, 50)$  існує двостороння оцінка ризику для трикутно-симетричних чисел  $NPV_1 = (-10, 10, 30)$  і  $NPV_2 = (-10, 20, 50)$ . Відповідно,  $Risk_1(0) = 7.7\% > Risk(0) = 5.3\% > Risk_2(0) = 3.2\%$ .

4. Показник  $NPV$  заданий як нечітке число вигляду  $NPV = \{NPV_\alpha; \alpha \rightarrow [NPV_{amin}, NPV_{amax}]\}$ , тобто як набір інтервалів по кожному вибраному рівню належності  $\alpha$ . Наприклад,  $NPV$  представлено трикутним числом загального вигляду за допомогою табл. 1.

Таблиця 1

Сегментне задання  $NPV (\alpha = [0, 1], \Delta\alpha = 0.1)$

$\alpha_i$	$NPV_{1\alpha}$	$NPV_{2\alpha}$	$\alpha_i$	$NPV_{1\alpha}$	$NPV_{2\alpha}$
0	-10.9	52.5	0.6	-3.8	17.1
0.1	-10.0	44.7	0.7	-2.1	13.4
0.2	-9.0	37.7	0.8	-0.2	10.0
0.3	-7.9	31.6	0.9	2.0	7.0
0.4	-6.7	26.2	1	4.3	4.3
0.5	-5.3	21.4			

Для обчислення  $Risk(G)$  будемо використовувати таку формулу:

$$Risk(G) = \sum_{(i)} \varphi(\alpha_i) \times \Delta\alpha, \quad (11)$$

де функція  $\varphi(\alpha)$  може бути обчислена за допомогою правила Е.

**Правило Е.** Якщо  $G < NPV_{1\alpha}$ , то  $\varphi(\alpha) = 0$ .

Якщо  $NPV_{1\alpha} \leq G \leq NPV_{2\alpha}$ , то

$$\varphi(\alpha) = (G - NPV_{1\alpha}) / (NPV_{2\alpha} - NPV_{1\alpha}).$$

Якщо  $G > NPV_{2\alpha}$ , то  $\varphi(\alpha) = 1, \alpha = [0, 1]$ .

По суті, наближення (11) є узагальненням на випадок нескінченної множини інтервалів належності. Зі зменшенням рівня дискретизації  $\Delta\alpha$  точність оцінки (11) зростає.

**Висновки.** У статті запропоновані модель і метод фінансування напрямків діяльності підприємства за критерієм оптимізації, побудованим на співвідношенні «дохідність-ризик». Моделюється багатокрокове прийняття рішень з розподілу фінансування між напрямками діяльності на основі набору сценаріїв розвитку подій з урахуванням ризиків.

Для оцінювання ризику інвестицій використовуються ризик-функції. Визначені умови застосування нечітких множин для обчислення ризик-функцій і запропоновані відповідні аналітичні вирази для основних методів задання нечіткості. Наведені приклади підтверджують корисність ризик-функцій для аналізу ризиків. ■

## ЛІТЕРАТУРА

- Кизим Н. А.** Проблемы проведения реструктуризации промышленных предприятий в Украине: монография / Н. А. Кизим, В. В. Жихарцев: НИЦ индустр. проблем развития. – Х.: ИНЖЭК, 2009. – 179 с.
- Энциклопедия финансового риск-менеджмента / Под ред. А. А. Лобанова и А. В. Чугунова. – М.: Изд-во «Альпина Паблишер», 2003. – 786 с.
- Недосекин А. О.** Применение теории нечетких множеств к задачам управления финансами // Аудит и финансовый анализ. – 2000. – № 2. – С. 71 – 83.
- Теленик С. Ф.** Метод розподілу ресурсів між проектами / С. Ф. Теленик, П. І. Бідюк, О. А. Амонс, К. О. Крижова // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»: Збірник наукових праць. – Київ: НТУУ «КПІ». – 2008. – №7. – С. 86 – 101.
- Zadeh L. A.** Toward a Perception-Based Theory of Probabilistic Reasoning with Imprecise Probabilities // Journal of Statistical Planning and Inference 105 (2002). – P. 234–253.