

УДК 621:338.24:330.341.1

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ЩОДО ОЦІНКИ ІННОВАЦІЙНИХ РИЗИКІВ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ**Мясников В.О.***Харківський національний університет міського господарства ім. О.М.Бекетова*

Через відсутність єдиного науково-методичного підходу проблема оцінки ризиків інноваційної діяльності машинобудівних підприємств донині є актуальною. Це підтверджується як різноманітністю визначень поняття «інноваційного ризику», так й наявністю великої кількості методів оцінки та прогнозування ризиків, які представлені в наукових дослідженнях вітчизняних і зарубіжних авторів. У статті знайшов подальший розвиток підхід до оцінки інноваційних ризиків, який оснований на теорії нечітких множин, що дозволяє подолати недоліки, пов'язані з урахуванням невизначеності, які притаманні іншим методам оцінки ризику. Представлена модель оцінки очікуваного ризику із використанням нечітких трикутних множин. Досліджено випадки взаємодії передбачуваного значення досліджуваного показника та показника, що характеризує його граничні умови. За допомогою отриманих формул визначено сумарний ризик інвестування у інноваційний проект в залежності від граничних умов. В якості досліджуваного показника обрано індекс рентабельності інвестицій. Модель дозволяє розробникам проекту підібрати оптимальні значення параметрів за умови мінімізації ризику.

Ключові слова: інноваційний ризик, оцінка, нечіткі множини, інвестиції, індекс рентабельності

UDC 621:338.24:330.341.1

THE METHODOICAL APPROACH FOR THE INNOVATION RISKS ASSESSMENT IN THE UNCERTAINTY CONDITIONS**Myasnikov V.***National University of Urban Economy in Kharkiv named after O.M.Beketov*

The problem of the innovative activity risks assessing of the machine-building enterprises today is relevant due to the lack of a unified scientific and methodical approach. This is confirmed by a variety of the «innovation risk» concept definitions and the presence of a large number of risk assessment and forecasting techniques which are represented in the researches of the domestic and the foreign authors. The article has analyzed the further approach to the innovation risk assessment which is based on the fuzzy-set theory which allows overcoming the disadvantages associated with the uncertainty inherent in other risk assessment methods. The expected risk model assessment using the fuzzy triangular sets has been demonstrated. The interaction cases of the expected value of the test and indicators characterizing its boundary conditions have been investigated. Through the use

of available from the formulas the total investing risk in the innovative projects depending on the boundary conditions has been determined. The ROI index has been chosen as the test indicator. The model allows the project developers to choose the optimal settings by minimizing risk.

Keywords: innovative risk assessment, fuzzy sets, investments, profitability index

Актуальність проблеми. Невизначеність інноваційних процесів в системі адаптивного управління машинобудівних підприємств вимагає обліку впливу багатой кількості ризиків, які можуть негативно вплинути на підсумковий фінансовий результат інноваційної діяльності. Проте, різноманітність підходів та дискусійний характер окремих питань до оцінки інноваційних ризиків на стадіях інвестування, розробки, впровадження та просування на ринку інноваційного продукту, вимагають подальшого науково-методичного обґрунтування, удосконалення та впровадження методів та моделей оцінки ризиків, що зумовило вибір теми та актуальність дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вітлінський В. і Великоіваненко Г. визначає ризик як об'єктивно-суб'єктивну економічну категорію, яка пов'язана з подоланням невизначеності та конфліктності в ситуації неминучого вибору й відображає ступінь відхилення від цілей, бажаного результату в несприятливу сторону, ступінь збитків, невдачі з урахуванням впливу керованих і некерованих чинників, прямих та зворотних зв'язків [1]. На думку Брюховецької Н. і Педерсона І. «під інноваційним ризиком слід розуміти вид ризику, що виникає в процесі обґрунтування та реалізації наукових розробок, їх ефективної апробації та впровадження в виробничий процес, виходу з готовою продукцією на ринок, отримання очікуваних науково-технічних, економічних, ресурсних, соціальних і екологічних видів ефекту від реалізації інновацій і виявляється у вигляді можливих відхилень фактичних показників інноваційного проекту від запланованих» [2, с. 66].

Посталюк М.П. [3] вважає, що інноваційний ризик реалізується в наступних діях або у відсутності дій:

- небезпеки, що реалізація інноваційного проекту приведе до збитків;
- небезпеки, що мета проекту не буде досягнута в наміченому обсязі, а його відсутність приведе до ще більш небезпечних наслідків;

– ймовірності загрози втрати економічним суб'єктом частини своїх ресурсів і утворення додаткових витрат у результаті поточної операційної виробничої та фінансової діяльності, яка здійснюється незалежно від інновацій, але яка сприяє їх здійсненню;

– випадковості, невизначеності та неможливості передбачити те, як будуть здійснюватися інновації;

– протидії в забезпеченні підприємства ресурсами, порушення договірних зобов'язань;

– недосконалість державного регулювання в області інновацій; неповноти;

– неточності знання законів діяльності в області інноваційного бізнесу.

Білинська У.В. вважає, що «інноваційні ризики – характеристика інноваційної діяльності промислового підприємства, що відображає ймовірність досягнення його цільового результату в процесі створення і комерціалізації нововведень» [4]. Філін С. визначає інноваційний ризик як «вимірну ймовірність недоотримання прибутку, або втрати вартості портфеля фінансових активів, доходів від інноваційного проекту, венчурної компанії в цілому тощо, при вкладенні коштів у виробництво нових товарів і послуг, в розробку нової техніки і технологій, які, можливо, не знайдуть очікуваного попиту на ринку» [5, с.30]. На думку Помулева А. інноваційний ризик – це «ймовірність недоотримання прибутку або втрати доходів, яка може носити катастрофічний характер в формі неплатоспроможності або банкрутства при вкладенні коштів в інноваційну діяльність, яка не принесе очікуваного ефекту в результаті впливу як зовнішніх, так й внутрішніх факторів» [6, с. 19].

Основною причиною різноманіття підходів і методів до оцінки інноваційних ризиків є недосконалість статистичної інформаційної бази даних про інноваційний розвиток машинобудівних підприємств України, що пов'язане з обмеженим доступом до детальної та оперативної інформації за окремими підприємствами. Проте, практична оцінка ризику передбачає вирішення проблеми в умовах невизначеності з урахуванням імовірнісних сценаріїв.

Мета роботи – запропонувати підхід до оцінки ризиків, який би використовував теорію нечітких множин.

Викладення основного матеріалу дослідження. На кожному етапі інноваційного процесу необхідно оперативно виявляти та оцінювати ризики, пов'язані з можливими змінами зовнішніх і внутрішніх факторів. Складністю в передбаченні ризиків виступає відсутність правил, форм, стандартів для інноваційних проектів, тому ця ситуація веде до збільшення невизначеності.

У наукових дослідженнях, присвячених аналізу та оцінюванню впливу ризиків на результати фінансово-господарської діяльності машинобудівних підприємств, пропонується застосовувати якісні, кількісні і комбіновані методи оцінки ризиків (рис. 1).



*Рис. 1. Класифікація методів оцінки інноваційних ризиків
Розроблено автором*

Т. Халєб та ін. [7] запропонували систематизацію методів оцінки ризиків за такими групами: методи, що базуються на використанні нечіткої логіки і штучних нейронних мереж; класичні якісні і кількісні методи; гібридні методи. Незважаючи на те, що класичні методи оцінки ризиків досить докладно описані в численних роботах, переважна частина подібних досліджень не містить практичних прикладів застосування методів.

Процес впровадження інновацій безпосередньо пов'язано із розробкою, інвестуванням й впровадженням будь-якого інноваційного проекту. Вже на стадії інвестування проекту учасники стикаються з

непереборною інформаційної невизначеністю, яка тягне непереборний ризик прийняття інвестиційних рішень. Ймовірність того, що інноваційний проект, який за оцінками експертів було визнано успішним, в кінцевому підсумку може виявитися збитковим через вплив зовнішніх і внутрішніх факторів досить велика. Інвестор ніколи не буде мати у своєму розпорядженні всеосяжної оцінкою ризику, тому що число факторів, що впливають завжди перевищує можливості персоналу, який бере управлінські рішення. У цій ситуації можливий розвиток песимістичного сценарію розвитку, який може негативно вплинути на інноваційний процес. Тому навіть в умовах такої невизначеності зацікавлені особи зобов'язані контролювати процес реалізації проекту.

Інструментом, який дозволяє оцінювати очікувані ризики в умовах невизначеності, є теорія нечітких множин [8-11]. Для оцінки ступеня ризику введемо в розгляд два трикутних нечітких множин: $E(E_{\min}, E_o, E_{\max})$ - передбачуване значення досліджуваного показника (expected value); $B(B_{\min}, B_o, B_{\max})$ - показник, що характеризує граничні умови проекту (border conditions). У якості E і B можна, наприклад, вибирати: NPV – чисту сучасна цінність проекту; PI – індекс рентабельності інвестицій; РП – внутрішню норми прибутковості та інші параметри, що характеризують певні інноваційні ризики на всіх стадіях інноваційного процесу.

Три значущі точки трикутного нечіткої безлічі можна зіставити із можливою реалізацією трьох сценаріїв: песимістичного, оптимального, оптимістичного. При виконанні нерівності $E < B$ інноваційний проект можна вважати неуспішним.

У роботі запропонована модель оцінки очікуваного ризику з використанням нечітких трикутних множин за умови, що

$$B_{\min} = B_{\max} = B_o.$$

Функція приналежності для E має вигляд (рис. 2)

$$\mu_E = \begin{cases} \frac{x - E_{\min}}{E_o - E_{\min}}, & E_{\min} < x < E_o \\ \frac{E_{\max} - x}{E_{\max} - E_o}, & E_o < x < E_{\max} \\ 0, & (x < E_{\min}) \vee (x > E_{\max}) \end{cases} \quad (1)$$

Можливі 4 ситуації.

Випадок 1. $B_o < E_{\min}$ – ризик $R=0$.

Випадок 2. $E_{\min} < B_0 < E_0$

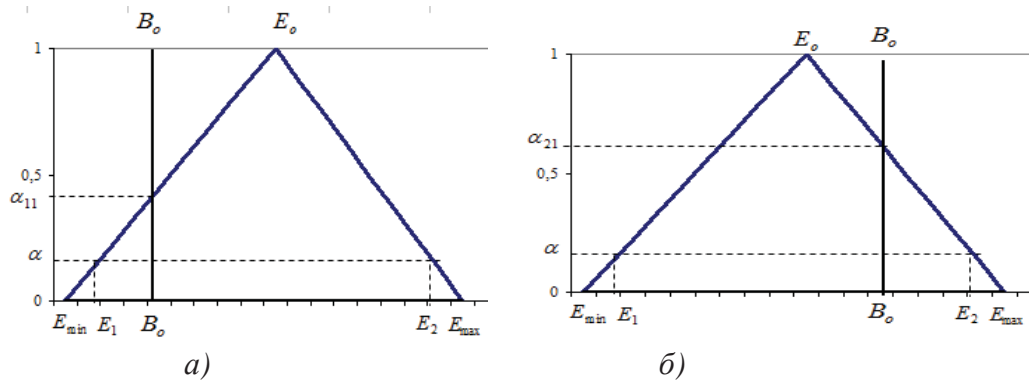


Рис. 2. Функція приналежності μ_E і B_0

Розроблено автором

Для довільного рівня приналежності α визначимо інтервал $[E_1, E_2]$ (рис 4а). Згідно (1) для $0 < \alpha < \alpha_{11}$ отримаємо

$$E_1 = \alpha(E_0 - E_{\min}) + E_{\min}; \quad E_2 = -\alpha(E_{\max} - E_0) + E_{\max} \quad (2)$$

У точці перетину α_{11} першої гілки функції E і B_0 виконується умова $\mu_E = B_0$. Тоді, з урахуванням (2), отримаємо

$$\alpha_{11} = \frac{B_0 - E_{\min}}{E_0 - E_{\min}} \quad (3)$$

Точка α_{11} визначає верхню межу розділу безризикової і ризикової зон. При $\alpha > \alpha_{11}$ $E > B_0$ – ризик неефективності проекту відсутній. Ймовірність події попадання точки (E, B) у зону ризику визначається за формулою:

$$P(\alpha) = \begin{cases} \frac{1}{\lambda_E} \frac{B_0 - E_{\min} - \alpha(E_0 - E_{\min})}{1 - \alpha} & \text{при } 0 < \alpha < \alpha_{11} \\ 0 & \text{при } \alpha_{11} < \alpha < 1 \end{cases} \quad (4)$$

де $\lambda_E = E_{\max} - E_{\min}$.

Сумарний ризик обчислюється за формулою:

$$R = \int_0^{\alpha_{11}} P(\alpha) d\alpha = \frac{1}{\lambda_E} [(E_0 - E_{\min})\alpha_{11} - (B_0 - E_0) \ln(1 - \alpha_{11})] \quad (5)$$

Випадок 3. $E_0 < B_0 < E_{\max}$ (рис. 2б)

У точці перетину α_{21} другої гілки функції E і B_0 виконується умова $\mu_E = B_0$. Тоді, з урахуванням (2), отримаємо:

$$\alpha_{21} = \frac{E_{\max} - B_0}{E_{\max} - E_0} \quad (6)$$

Ймовірність події попадання точки (E, B) у зону ризику визначається за формулою:

$$P(\alpha) = \begin{cases} \frac{1}{\lambda_E} \frac{B_0 - E_{\min} - \alpha(E_0 - E_{\min})}{1 - \alpha} & \text{при } 0 < \alpha < \alpha_{21} \\ 1 & \text{при } \alpha_{21} < \alpha < 1 \end{cases} \quad (7)$$

Сумарний ризик обчислюється за формулою:

$$R = \int_0^{\alpha_{21}} P(\alpha) d\alpha + \int_{\alpha_{21}}^1 P(\alpha) d\alpha, \text{ або}$$

$$R = 1 - \alpha_{21} + \frac{1}{\lambda_E} [(E_0 - E_{\min})\alpha_{21} - (B_0 - E_0) \ln(1 - \alpha_{21})] \quad (8)$$

Випадок 4. $E_{\max} < B_0$ - ризик максимальний $R=1$, проект відхиляється.

Наведемо приклад. Планується інвестувати у інноваційний проект. Термін впровадження та реалізації проекту $T=3$ роки; розмір стартових інвестицій $I = 150$ тис. грн; ставка дисконтування r (10%, 15%, 20%) річних; планований чистий грошовий потік CF (20, 90, 160) тис. грн.; залишкова (ліквідаційна) вартість проекту дорівнює нулю. Інвестиційний проект визнається ефективним, якщо індекс рентабельності інвестиції PI перевищує граничний рівень B_0 . Початкове значення $B_0=1$.

Індекс рентабельності інвестиції в нашому випадку є нечітка множина $E=PI$.

$$(PI_{\min}, PI_0, PI_{\max}) = \left(\frac{\sum_{k=1}^T \frac{CF_k^{\min}}{(1+r_k^{\max})^2}}{I}; \frac{\sum_{k=1}^T \frac{CF_k^0}{(1+r_k^0)^2}}{I}; \frac{\sum_{k=1}^T \frac{CF_k^{\max}}{(1+r_k^{\min})^2}}{I} \right) \quad (8)$$

Функція приналежності $\mu_E = \mu_{PI}$ для нашого прикладу згідно (8) і (1) має вид (рис. 3)

$$\mu_{PI} = \begin{cases} \frac{x-0,28}{1,09}, & 0,28 < x < 1,37 \\ \frac{2,65-x}{1,28}, & 1,37 < x < 2,65 \\ 0 & (x < 0,28) \vee (x > 2,65) \end{cases} \quad (9)$$

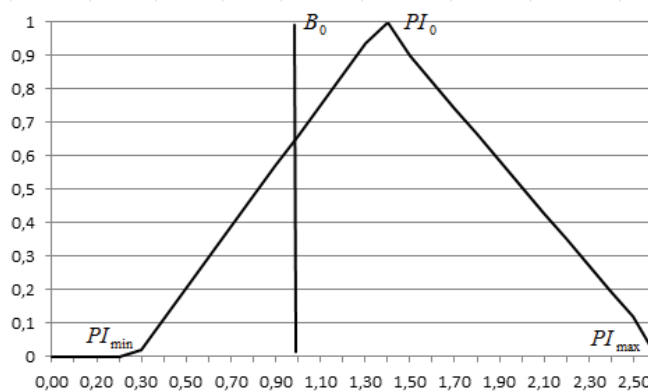


Рис. 3. Функція приналежності μ_{PI}
Розроблено автором

Тоді, згідно із (3) і (5) при $PI > B_0=1$ $\alpha_{11} = 0,66$; ризик інвестування проекту складе 13,5%. При зростанні B_0 , тобто посиленні граничного рівня, ризик R зростає, причому при $PI_0 = B_0=1,37$ $R=46\%$ (рис 4).

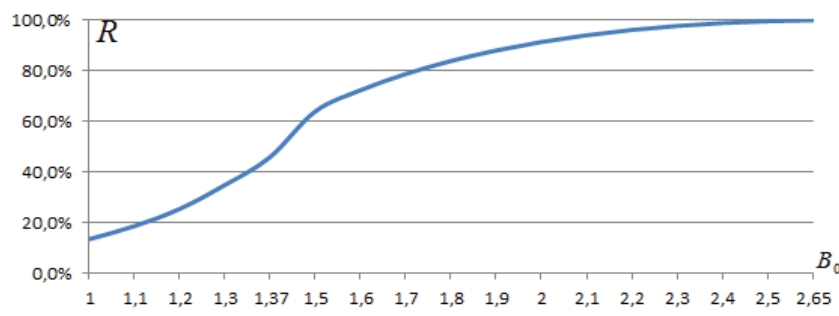


Рис.4. Залежність ризику інвестування інноваційного проекту від величини граничного рівня B_0 індексу рентабельності

Розроблено автором

Ризик-менеджер може самостійно встановити шкалу неприйняття ризику. Зімерман Г. (Zimmerman H) [12] запропонував наступну градацію (табл. 1).

Таблиця 1 – Шкала неприйняття ризику

R, %	Ступінь ризику	Рішення щодо інвестування
0 – 7	Дуже низька	Точно прийняти проект
8 – 15	Низька	Прийняти, але з обережністю й подальшим моніторингом
16 – 35	Середня	Прийняти з обмеженнями
36 – 40	Висока	Відхилити та переглянути проект
> 40	Дуже висока	Відмовитися з упевненістю

Джерело: [12]

Для нашого прикладу ступінь ризику - низька і проект можна прийняти, але з обережністю й подальшим моніторингом.

В роботі [13, с. 75] представлено наступне лінгвістичне нормування рівня ризику:

якщо $R < 10\%$, то він визнається прийнятним для всіх випадків інноваційного та інноваційного проектування;

якщо $10\% < R < 20\%$, то він визнається умовно прийнятним, необхідні додаткові зусилля зі страхування ризику;

якщо $R > 20\%$, то він є неприйнятним. Вважається, що всі коригуючі зусилля переведуть ризик в умовно прийнятний стан, тобто в результаті цих дій ризик не досягає потрібних прийнятних значень.

При таких умовах ризик 13,5% визнається умовно прийнятним, необхідні додаткові зусилля зі страхування ризику

В процесі реалізації інвестиційного проекту його невизначеність знижується. За підсумками першого періоду рекомендується провести перерахунок ризику. Якщо ризик проекту зменшується, то є всі підстави припускати, що проект виявиться успішним. Таким чином, у інвестора з'являється ефективний інструмент контролю ефективності інвестиційного процесу.

Висновки. Таким чином, теорія нечітких множин є однією з найбільш ефективних теорій, що дозволяє подолати недоліки, пов'язані з урахуванням невизначеності, які притаманні методам оцінки ризику. На основі теорії нечітких множин формується повний спектр можливих сценаріїв інноваційного процесу. Метод не вимагає точного завдання функцій приналежності, тому що, на відміну від імовірнісних методів, отриманий результат характеризується низькою варіативністю до зміни виду функцій приналежності вихідних нечітких чисел, що важливо в умовах недостатньої якості вихідної інформації та робить застосування даного методу більш надійним і привабливим.

Завдяки отриманим формулам, розробники інноваційних проектів, при дослідженні різних його параметри, можуть отримати можливість підібрати оптимальні значення таких параметрів за умови мінімальності ризику. Слід зазначити, що представлені моделі орієнтовані на оцінку ризику за одним критерієм. Тому в подальшій роботі доцільно розглянути запропонований метод для випадків оцінки ризиків за двома (або більше) критеріями одночасно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Витлинский В. В. Рискология в экономике и предпринимательстве: моногр. / В.В. Витлинский, Г.И. Великоиваненко. – К.: КНЕУ, 2004. – 293 с.
2. Исследование сущности инновационного риска и подходов к его оценке / Н.Е. Брюховецкая, И.А. Педерсен // Механізм регулювання економіки. – 2011. – № 3. – С. 64-71.
3. Посталюк М. П. Системные риски инновационного экономического развития / М.П. Посталюк, Т.М. Посталюк // Вестник экономики, права и социологии. – 2008. – № 3. – С. 29-40.
4. Білінська (Ткач) У. В. Поняття та особливості інноваційного ризику / У.В. Білінська // Науковий вісник Ужгородського університету. – 2013. – № 1(38). – С. 43–47.
5. Филин С. Неопределенность и риск. Место инновационного риска в классификации рисков / С. Филин // Управление риском. – 2000. – № 4. – С. 30.
6. Помулев А. Управление рисками малого предпринимательства / А. Помулев. – Lambert academic publishing. – 2000. – 222 с.
7. Ghaleb T.A. A survey of project risk assessment and estimation models / T.A. Ghaleb, A.A. Alsri, L. Shabanen, M. Niazi // Proceeding of the Word Congress on Engineering. – 2014. –vol. 1. –PP. 416-421.

8. Недосекин А.О. Оценка риска бизнеса на основе нечетких данных / А.О. Недосекин. – СПб.: 2004. – 100 с.
9. Великоиваненко В.И. Упрощенный алгоритм построения вероятностной модели оценки степени рисков инновационных проектов / В.И. Великоиваненко, Н.В. Гусаков, Д.Г. Пантенков, В.М. Соколов // Космическая техника и технологии. – 2014. – № 3(6). – С. 81-89.
10. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А.В. Леоненков. – СПб.: 2005. – 736 с.
11. Павлова В.А. Оценка инновационного потенциала машиностроительного предприятия методом нечётких множеств / В.А. Павлова, В.Г. Мячин, А.Г. Жукова // Бюлетень Міжнародного Нобелівського економічного форуму. – 2013. – № 1 (6). – 243-252.
12. Zimmerman H.-J. Fuzzy Set Theory and its Applications. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 1996. 315p.
13. Абдулаева З. И. Стратегический анализ инновационных рисков / З.И. Абдулаева, А.О. Недосекин. - СПб: Изд-во Политехн. университета, 2013. - 150 с.