

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМОЮ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ІННОВАЦІЙНОГО ПРОЕКТУ

Вінницький фінансово-економічний університет

*Проаналізовані статистичні данні освоєння капітальних інвестицій за сферами економічної діяльності, розподіл капітальних інвестицій за джерелами фінансування за 2020 рік. Розроблена методика оцінки ризиків інноваційного проекту з урахуванням кількісних і якісних факторів впливу для прийняття виваженого управлінського рішення. Розроблена класифікація факторів ризиків, що впливають на інвестиційній фазі на розмір інноваційного проекту. Моделювання управління ризиками засноване на використанні теорії нечіткої логіки. Техніка нечіткого логічного висновку допомагає розрахувати прогнозований показник у вигляді нечіткої множини за допомогою системи висловлювань "ЯКЩО - ТО", яка об'єднує нечіткі терміни вихідних і вхідних змінних за допомогою операцій І та АБО, прийнятих в теорії нечітких множин, і відповідають операціям *min* та *max*. Лінгвістичні висловлюванням, представленим у табличній формі, буде відповідати розроблена система нечітких логічних рівнянь, що характеризує поверхню належності змінних за відповідними термами. Побудовані функції належності будуть використані при моделюванні інтелектуальної підтримки прийняття управлінського рішення щодо вибору найкращого варіанту інноваційного проекту. Щоб перейти від одержаної нечіткої множини до кількісної оцінки, необхідно виконати процедуру дефазифікації, що означає перетворення нечіткої інформації в чітку форму.*

Ключові слова: інновація, управління, проект, ризик, лінгвістична змінна, фактори впливу, моделювання, нечіткий терм.

Вступ

Сьогодні в економічній конкурентній боротьбі перемагають ті країни, які акцентують свою увагу на інноваціях як джерела економічного зростання. За результатами довготермінових досліджень науково-технічний прогрес та інноваційні технології приносять в США 50 %, Франції – 76 %, Німеччині – 78 % і в Японії – 55 % економічного зростання [1]. Лише окремі підприємства, які активно використовують інтелектуальний капітал, виходять на світовий ринок з інноваційним продуктом.

Питаннями управління інноваціями на мікрорівні підприємства займалися вітчизняні та західні науковці, аналіз цих процесів наведений у працях авторів Д. Йоргенсона, Дж. М. Кейнса, Л. Койка, В. Міта, І. Фішера. П. Друкер, В.К. Бансал, М. Портер, Дж. Сінко, В.П. Александрової, О.М. Алімова, О.І. Амоші, М.С. Герасимчука, М.П. Денисенка, С.І. Дорогунцова, М.І. Іванова, М.Ю. Коденської, І.І. Лукінова, Л.В.Левковської, О.М. Паламарчука, А.А. Пересади, С.Ф. Покропівного, А.І. Сухорукова, А.В. Череп, Д.М. Черваньова, М.Г. Чумаченка, Г.А. Швиданенка, В.Я. Шевчука, Л.В. Балабанова, Ф.А.Дронов, Д.С. Львов, С.Г. Струмилін.

Метою роботи є створення теоретичних основ та розробка практичних рекомендацій щодо вдосконалення управління ризиками інноваційних проектів на основі теорії нечіткої логіки.

Основна частина

Обсяги освоєння капітальних інвестицій підприємств України у січні-вересні 2020 року складають 267,9 млрд.грн. [2]. Найбільш потужними сферами освоєння капітальних інвестицій є промисловість – 37,7 % та будівництво – 10,2 % (рис. 1). Розвиток вітчизняної економіки, підвищення конкурентоспроможності промислової продукції українських підприємств неможливо забезпечити без здійснення інвестицій в інноваційну сферу. Інноваційні процеси відіграють важливу роль в успішному розвитку підприємств та держави загалом, адже від рівня цих процесів залежить їх економічний та фінансовий стан.

Як видно з рисунку 2 найвагомим варіантом джерелом фінансування коштів є власні кошти підприємства. Тому на першій стадії життєвого циклу інноваційного проекту – передінвестиційній, треба ретельно вивчити власні фінансові можливості підприємства із прогнозуванням руху грошових потоків. Згідно із Законом України «Про державну підтримку інвестиційних проектів із значними інвестиціями в Україні» держава може виділити кошти на реалізацію проекту в разі дотримання критеріїв: сума інвестицій повинна перевищувати 20 млн євро; строк реалізації інвестиційного проекту до 5 років; створення *min* 80 робочих місць з *min*

зарплатою +15 % ніж середня у відповідній галузі у регіоні [3]. Власні фінансові можливості треба формувати із урахуванням ризиків на реалізацію інвестиційного проекту.

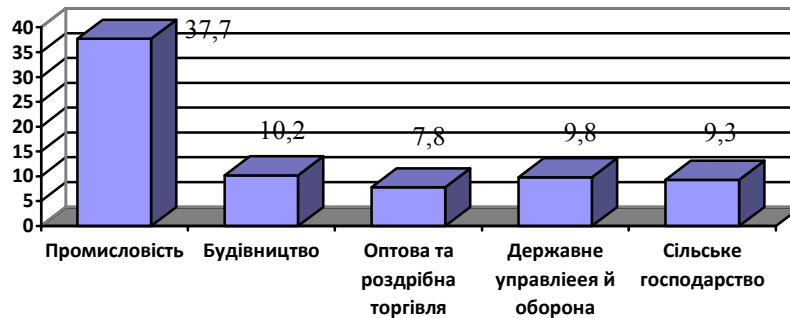


Рисунок 1 – Освоєння капітальних інвестицій за сферами економічної діяльності, у відсотках від загального обсягу

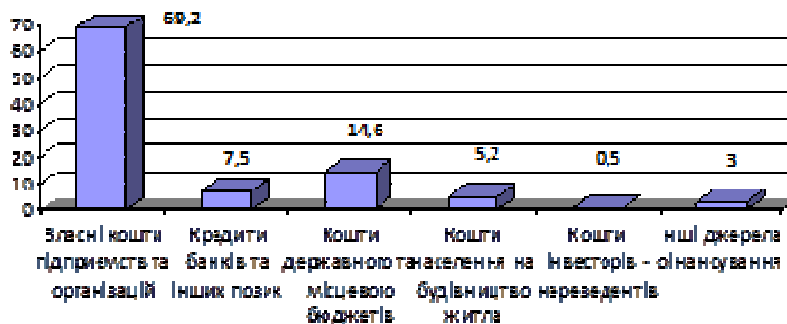


Рисунок 2 – Капітальні інвестиції за джерелами фінансування, %

Розробка методики оцінки ризиків інноваційного проекту з урахуванням кількісних і якісних факторів впливу для прийняття виваженого управлінського рішення буде базуватися на використанні теорії нечіткої логіки. З проведеного аналізу методик оцінки ризиків інноваційного проекту виявлено, що більшість з них враховують тільки кількісні показники, які використовуються з фінансової звітності підприємства і не дають можливість врахувати якісні показники для отримання більш об'єктивного результату.

Розроблена класифікація факторів ризиків, що впливають на інвестиційній фазі на розмір інноваційного проекту. На системному рівні приймаємо лінгвістичну змінну R , що характеризує вплив сукупності факторів на загальний показник ризику. Її можна представити у вигляді співвідношення:

$$R = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7) \quad (1)$$

де x_1 - лінгвістична змінна (ЛЗ), яка описує прорахунки у технічних рішеннях та неякісність проектної документації;

x_2 - ЛЗ, яка описує ризик перевищення кошторисної вартості проекту;

x_3 - ЛЗ, яка характеризує низьку якість робіт й проекту;

x_4 - ЛЗ, яка характеризує фінансування й рефінансування проекту;

x_5 - ЛЗ, яка визначає ризик нестійкості попиту;

x_6 - ЛЗ, яка характеризує ризик зниження цін конкурентами;

x_7 - ЛЗ, яка характеризує ризики науково технічного прогрес у технологіях.

На стадії розробки проекту моделювання оцінювання ризиків можна виконувати за наступним алгоритмом. Оцінка рівнів лінгвістичних змінних, що пов'язує сукупний ризик (R) з прорахунками у технічних рішеннях та виявленні помилок в проектній документації (x_1); x_2 з перевищенням кошторисної вартості проекту під час реалізації (x_2); з низькою якістю робіт й проекту (x_3), із недостатністю коштів на фінансування й рефінансування проекту (x_4), із нестійкістю попиту (x_5), із зниженням цін конкурентами (x_6), із появою науково технічного прогрес у технологіях (x_7), виконується із використанням системи тер-множин:

$T(R) = \langle \text{низький, нижче середнього, середній, вище середнього, високий} \rangle;$
 $T(x_1) = \langle \text{низькі, нижче середнього, середні, вище середнього, високі} \rangle;$
 $T(x_2) = \langle \text{низьке, нижче середнього, середнє, вище середнього, високе} \rangle;$
 $T(x_3) = \langle \text{низька, нижче середнього, середня, вище середнього, висока} \rangle;$
 $T(x_4) = \langle \text{відсутні, часткове, наявні} \rangle;$
 $T(x_5) = \langle \text{низький, середній, високий} \rangle;$
 $T(x_6) = \langle \text{низькі ціни, середні, високі ціни} \rangle;$
 $T(x_7) = \langle \text{відсутній, частково, високий} \rangle.$

Техніка нечіткого логічного висновку допомагає розрахувати прогнозований показник у вигляді нечіткої множини за допомогою системи висловлювань "ЯКЩО - ТО", яка об'єднує нечіткі терміни вихідних і вхідних змінних за допомогою операцій І та АБО, прийнятих в теорії нечітких множин, і відповідають операціям \min та \max [4-5]. Лінгвістичні висловлювання представлені у таблиці 1 у вигляді матриці знань, яка описує ризик.

Лінгвістичним висловлюванням, представленим у таблиці 1, буде відповідати розроблена система нечітких логічних рівнянь, що характеризує поверхню належності змінних за відповідними термами:

$$\begin{aligned} \mu_H(R) = & \mu_H(x_1) \wedge \mu_H(x_2) \wedge \mu_H(x_3) \wedge \mu_B(x_4) \wedge \mu_H(x_5) \wedge \mu_H(x_6) \wedge \mu_B(x_7) \vee \\ & \mu_H(x_1) \wedge \mu_{HC}(x_2) \wedge \mu_H(x_3) \wedge \mu_C(x_4) \wedge \mu_C(x_5) \wedge \mu_H(x_6) \wedge \mu_B(x_7) \vee \\ & \mu_{HC}(x_1) \wedge \mu_{HC}(x_2) \wedge \mu_H(x_3) \wedge \mu_B(x_4) \wedge \mu_C(x_5) \wedge \mu_C(x_6) \wedge \mu_C(x_7) \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \mu_{HC}(R) = & \mu_{HC}(x_1) \wedge \mu_{HC}(x_2) \wedge \mu_H(x_3) \wedge \mu_B(x_4) \wedge \mu_C(x_5) \wedge \mu_H(x_6) \wedge \mu_B(x_7) \vee \\ & \mu_{HC}(x_1) \wedge \mu_{HC}(x_2) \wedge \mu_H(x_3) \wedge \mu_B(x_4) \wedge \mu_H(x_5) \wedge \mu_C(x_6) \wedge \mu_B(x_7) \vee \\ & \mu_{HC}(x_1) \wedge \mu_{HC}(x_2) \wedge \mu_{HC}(x_3) \wedge \mu_B(x_4) \wedge \mu_C(x_5) \wedge \mu_C(x_6) \wedge \mu_C(x_7) \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \mu_C(R) = & \mu_{HC}(x_1) \wedge \mu_{HC}(x_2) \wedge \mu_H(x_3) \wedge \mu_B(x_4) \wedge \mu_C(x_5) \wedge \mu_C(x_6) \wedge \mu_B(x_7) \vee \\ & \mu_C(x_1) \wedge \mu_C(x_2) \wedge \mu_C(x_3) \wedge \mu_C(x_4) \wedge \mu_C(x_5) \wedge \mu_C(x_6) \wedge \mu_C(x_7) \vee \\ & \mu_C(x_1) \wedge \mu_{BC}(x_2) \wedge \mu_C(x_3) \wedge \mu_C(x_4) \wedge \mu_C(x_5) \wedge \mu_C(x_6) \wedge \mu_C(x_7) \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \mu_{BC}(R) = & \mu_{BC}(x_1) \wedge \mu_{BC}(x_2) \wedge \mu_{BC}(x_3) \wedge \mu_C(x_4) \wedge \mu_C(x_5) \wedge \mu_C(x_6) \wedge \mu_C(x_7) \vee \\ & \mu_H(x_1) \wedge \mu_{BC}(x_2) \wedge \mu_{BC}(x_3) \wedge \mu_C(x_4) \wedge \mu_C(x_5) \wedge \mu_C(x_6) \wedge \mu_B(x_7) \vee \\ & \mu_{BC}(x_1) \wedge \mu_{BC}(x_2) \wedge \mu_{BC}(x_3) \wedge \mu_H(x_4) \wedge \mu_C(x_5) \wedge \mu_C(x_6) \wedge \mu_C(x_7) \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \mu_B(R) = & \mu_{BC}(x_1) \wedge \mu_{BC}(x_2) \wedge \mu_{BC}(x_3) \wedge \mu_C(x_4) \wedge \mu_B(x_5) \wedge \mu_C(x_6) \wedge \mu_B(x_7) \vee \\ & \mu_{BC}(x_1) \wedge \mu_B(x_2) \wedge \mu_{BC}(x_3) \wedge \mu_H(x_4) \wedge \mu_B(x_5) \wedge \mu_B(x_6) \wedge \mu_B(x_7) \vee \\ & \mu_B(x_1) \wedge \mu_B(x_2) \wedge \mu_B(x_3) \wedge \mu_H(x_4) \wedge \mu_B(x_5) \wedge \mu_B(x_6) \wedge \mu_B(x_7) \end{aligned} \quad (6)$$

Виконана формалізація факторів, які впливають на оцінку ризику інноваційного проекту дозволяє побудувати функції належності нечітких оцінок впливу факторів. Ці функції будуть використані при моделюванні інтелектуальної підтримки прийняття управлінського рішення щодо вибору найкращого варіанту інноваційного проекту. На рис. 3 наведена функція належності для ризику нестійкості попиту (x_5).

Матриця знань для залежності інноваційного проекту від ризику

ЯКЩО							ТО
Прорахунки у технічних рішеннях (x_1)	Перевищення кошторисної вартості проекту (x_2)	Низька якість робіт й проекту (x_3)	Недостатність коштів на фінансування (x_4)	Нестійкість попиту (x_5)	Зниження цін конкурентами (x_6)	Науково технічний прогрес (x_7)	Ризик (R)
Низькі (Н)	Низьке (Н)	Низька (Н)	Відсутні (В)	Низький (Н)	Низькі (Н)	Відсутній (В)	Низький (Н)
Низькі (Н)	Нижче середнього (НС)	Низька (Н)	Часткове (Ч)	Середній (С)	Низькі (Н)	Відсутній (В)	
Нижче середнього (НС)	Нижче середнього (НС)	Низька (Н)	Відсутні (В)	Середній (С)	Середні (С)	Частково (Ч)	
Нижче середнього (НС)	Нижче середнього (НС)	Низька (Н)	Відсутні (В)	Середній (С)	Низькі (Н)	Відсутній (В)	Нижче середнього (НС)
Нижче середнього (НС)	Нижче середнього (НС)	Низька (Н)	Відсутні (В)	Низький (Н)	Середні (С)	Відсутній (В)	
Нижче середнього (НС)	Нижче середнього (НС)	Нижче середнього (НС)	Відсутні (В)	Середній (С)	Середні (С)	Частково (Ч)	
Нижче середнього (НС)	Нижче середнього (НС)	Низька (Н)	Відсутні (В)	Середній (С)	Середні (С)	Високий (В)	Середній (С)
Середні (С)	Середні (С)	Середня (С)	Часткове (Ч)	Середній (С)	Середні (С)	Частково (Ч)	
Середні (С)	Вище середнього (ВС)	Середня (С)	Часткове (Ч)	Середня (С)	Середні (С)	Частково (Ч)	
Вище середнього (ВС)	Вище середнього (ВС)	Вище середнього (ВС)	Часткове (Ч)	Середній (С)	Середні (С)	Частково (Ч)	Вище середнього (ВС)
Низькі (Н)	Вище середнього (ВС)	Вище середнього (ВС)	Часткове (Ч)	Середній (С)	Середні (С)	Відсутній (В)	
Вище середнього (ВС)	Вище середнього (ВС)	Вище середнього (ВС)	Часткове (Ч)	Середній (С)	Середні (С)	Частково (Ч)	
Вище середнього (ВС)	Вище середнього (ВС)	Вище середнього (ВС)	Часткове (Ч)	Високий (В)	Середні (С)	Високий (В)	Високий (В)
Вище середнього (ВС)	Високе (В)	Вище середнього (ВС)	Наявні (Н)	Високий (В)	Високі (В)	Високий (В)	
Високі (В)	Високе (В)	Висока (В)	Наявні (Н)	Високий (В)	Високі (В)	Високий (В)	

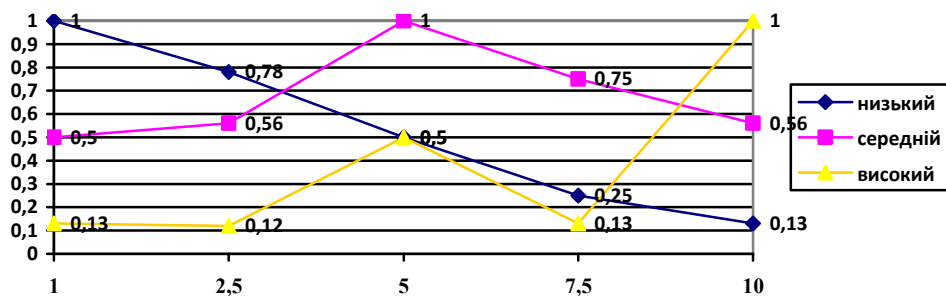


Рисунок 3 – Функція належності для ризику нестійкості попиту (x_5)

Щоб перейти від одержаної нечіткої множини до кількісної оцінки, необхідно виконати процедуру дефазифікації, що означає перетворення нечіткої інформації в чітку форму. Модель нечіткого логічного висновку разом із процедурою дефазифікації забезпечує можливість спостереження за змінами вихідного показника, а саме оцінки ризику інноваційного проекту.

Висновки

Виконаний аналіз факторів ризику, що впливають на інвестиційній фазі на розмір інноваційного проекту. За допомогою теорії нечіткої логіки розроблена система нечітких логічних рівнянь, що характеризує поверхню належності змінних за відповідними термами. Оцінені рівні лінгвістичних змінних, які показують зв'язок між факторами впливу. Побудовані нечіткі матриці знань з урахуванням уведених якісних термів та складені лінгвістичні висловлювання. Представлена побудова функцій належності на прикладі лінгвістичної змінної ризику нестійкості попиту.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Тимошук М. П. Інноваційна діяльність / М. П. Тимошук, П. В. Тимошук // Науковий вісник НЛТУ України. – 2010. – Вип. 20.13. – С. 259–262.
2. Стан інвестиційної діяльності в Україні [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/> <https://www.me.gov.ua/Documents>
3. Законом України «Про державну підтримку інвестиційних проектів із значними інвестиціями в Україні»: чинне законодавство станом на 17 грудня 2020 року.
4. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: множества, генетические алгоритмы, нейронные сети / А. П. Ротштейн. – Винница: Універсам-Вінниця, 1999. – 320 с.
5. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение для принятия приближенных решений. - М.: Мир, 1976. -167 с.

REFERENCES

1. Tymoshchuk M. P. Innovatsiyna diyal'nist' / M. P. Tymoshchuk // Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny. - 2010. – Vip. 20.13. – S. 259-262.
2. Stan investytsiynoyi diyal'nisti v Ukrayini [Electronnyy resurs]. Rezhym dosupu: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/> <https://www.me.gov.ua/Documents>
3. Zakonom Ukrayiny “ Pro derhavnu pidtrymky investytsiynykh proektiv iz znachnymy investytsiymy v Ukrayini”: chynne zakonodavstvo stanom na 17 hrudnya 2020 roku.
4. Rotshteyn A. P. Yntellektual'nye tekhnolohy ydentyfykatsyy: mnozhestva, henetycheskye alhorytmy, neyronnye sety / A. P. Rotshteyn. – Vynnytsya: Universam-Vinnytsya, 1999. – 320 s.
5. Zade L. Ponyatyie lynchvystycheskoy peremennoy y ee pryumenenye dlya prynyatyua pryblzhennykh reshenyy. - M.: Myr, 1976. -167 s.

Буряченко Олексій Валентинович – к.політ.н., старший викладач, Вінницький фінансово-економічний університет. ORCID 0000-0001-5308-2570.

O. Buryachenko

MODELING OF THE RISK MANAGEMENT SYSTEM OF THE INNOVATIVE PROJECT

Vinnitsia financial and economic University

The statistical data of capital investment development by spheres of economic activity, distribution of capital investments by sources of financing for 2020 are analyzed. The technique of risk assessment of the innovative project taking into account quantitative and qualitative factors of influence for acceptance of the considered administrative decision is developed. The classification of risk factors influencing the investment phase on the size of the innovation project is developed. Risk management modeling is based on the use of fuzzy logic theory. The technique of fuzzy inference helps to calculate the predicted indicator in the form of a fuzzy set using the expression system "IF - THAT", which combines fuzzy terms of output and input variables using operations AND and OR, adopted in fuzzy set theory, and correspond to operations min and max. Linguistic statements, presented in tabular form, will correspond to the developed system of fuzzy logical equations, which characterizes the surface of the variables for the corresponding terms. The constructed membership functions will be used in modeling the intellectual support of management decision-making to choose the best option for an innovative project. To move from the resulting fuzzy set to a quantitative estimate, it is necessary to perform a defasification procedure, which means the conversion of fuzzy information into a clear form.

Key words: innovation, management, project, risk, linguistic variable, influencing factors, modeling, fuzzy term.
Buryachenko Oleksii- Ph.D., senior lecturer, Vinnitsia financial and economic University.

А. В. Буряченко

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА

Винницкий финансово-экономический университет

*Проанализированы статистические данные распределения капитальных инвестиций по сферам экономической деятельности, капитальных инвестиций по источникам финансирования за 2020 год. Разработана методика оценки рисков инновационного проекта с учетом количественных и качественных факторов влияния на принятие взвешенного решения. Разработана классификация факторов рисков, влияющих на инвестиционной фазе на размер инновационного проекта. Моделирование управления рисками основано на использовании теории нечеткой логики. Техника нечеткого логического вывода помогает рассчитать прогнозируемый показатель в виде нечеткого множества с помощью системы высказываний «Если – То», объединяющей нечеткие сроки исходных и входных переменных с помощью операций «И» и «ИЛИ», принятых в теории нечетких множеств, и соответствующих операциям *min* и *max*. Лингвистическим высказываниям, представленным в табличной форме, будет соответствовать разработанная система нечетких логических уравнений, характеризующая поверхность принадлежности переменных по соответствующим термам. Построенные функции принадлежности будут использованы при моделировании интеллектуальной поддержки принятия решения по выбору наилучшего варианта инновационного проекта. Чтобы перейти от полученного нечеткого множества к количественной оценке, необходимо выполнить процедуру дефазификации, что означает превращение нечеткой информации в четкую форму.*

Ключевые слова: инновация, управление, проект, риск, лингвистическая переменная, факторы воздействия, моделирование, нечеткий терм.

Буряченко Алексей Валентинович – к. полит. н., старший преподаватель, Винницкий финансово-экономический университет