

УДК 004.92

НЕЧІТКА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ РИЗИКУ НЕВДАЛОГО ВИКОНАННЯ ІТ-ПРОЕКТУ**Коломієць С.А.**

Черкаський державний технологічний університет

У статті розглядається задача оцінки стану виконання ІТ-проекту. Розроблено нечітку математичну модель кількісної оцінки ризику невдалого виконання ІТ-проекту. Розглянуто структурні особливості та конструктивні елементи запропонованої багатофакторної нечіткої математичної моделі. Наведені лінгвістичні змінні та нечіткі бази правил. Розроблена модель складає методологічну базу для оптимізації процесів прийняття рішень при управлінні ІТ-проектами в умовах невизначеності.

Ключові слова: проект, ризик, нечітка система, алгоритм Мамдані.

Постановка проблеми. Останні роки відзначені зростанням кількості випадків невдалого завершення проектів із розробки програмного забезпечення. Прагнення зацікавлених сторін проекту до отримання цінності від реалізації проекту не завжди корелюється з достатнім станом безпеки проекту на всіх етапах його життєвого циклу, оскільки процес прийняття рішень в довільній діяльності людини завжди супроводжує невизначеністю, пов'язаною із неможливістю абсолютно точного врахування всієї, навіть доступної інформації, а також фактор невизначеності. Невизначеність призводить до виникнення ризику – зриву планових об'ємів проекту, перевищення термінів та вартості виконання проекту, що є причинами значних матеріальних збитків. Для ІТ-проектів майже відсутні методики моделювання процесів оцінювання ризиків невдалого виконання проекту в умовах невизначеності. Передумовою їх розробки є застосування системного підходу до проблеми прийняття рішень в умовах невизначеності та системного аналізу до дослідження та прогнозування процесів управління ІТ-проектом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В науковій літературі поняття ризику пропонують розглядати з трьох точок зору [1]: ризик як можлива загроза бізнесу; ризик як негативна подія, яка не дозволяє досягнути в повній мірі цілі проекту; ризик як узагальнена об'єктивна характеристика ситуації прийняття рішень в умовах невизначеності, що відображає можливість появи і значимість для децидента збитку в результаті наслідків того чи іншого рішення.

Наявність ризиків зумовлює необхідність обрання одного з можливих варіантів рішень, у зв'язку з чим аналізуються всі можливі альтернативи, обираються найбільш рентабельні і найменш ризикові. Проте здійснити такий вибір непросто, тому що зазвичай нейрентабельніші альтернативи і є найризикованішими. Конкретні ситуації виникнення ризиків мають різний ступінь складності, і пов'язана з цим альтернативність обрання реалізується різними способами.

Аналіз наукових джерел, запропонованих в них методів, свідчить про те, що оцінювання ризиків проекту може здійснюватися на таких підходах як [2]:

- імовірнісний аналіз;
- використання методів експертного аналізу;
- використання методу аналогів;
- аналіз показників граничного рівня;
- аналіз чутливості проекту;

- аналіз сценаріїв розвитку проекту;
- побудова дерев рішень;
- імітаційне моделювання;
- використання методу достовірних еквівалентів.

В імовірнісному аналізі побудова і розрахунок на моделі здійснюються відповідно до принципів теорії ймовірності. Ризик, пов'язаний із проектом, характеризується трьома факторами: подія, пов'язана із ризиком; ймовірність ризиків; сума коштів, що піддається ризику. Щоб кількісно оцінити ризику, необхідно знати всі можливі наслідки прийнятого рішення і ймовірність наслідків цього рішення.

Експертний аналіз ризиків полягає в залученні експертів для оцінювання ризиків. Відібрана група експертів оцінює проект і його окремі процеси за ступенем ризиків.

Метод аналогів полягає у використанні бази даних здійснених аналогічних процесів для перенесення їх результативності на розроблюваний проект.

Метод аналізу показників граничного рівня характеризує ступінь стійкості проекту до можливих змін умов його реалізації. Граничним значенням параметра для i -го кроку є таке значення, при якому чистий прибуток від проекту дорівнює нулю. Основним показником цієї групи є точка беззбитковості.

Метод аналізу чутливості проекту дозволяє оцінити, як змінюються результуючі показники реалізації проекту при різних значеннях заданих змінних, необхідних для розрахунку. Іншими словами, метод полягає в аналізі кожного фактору, що окремо впливає на проект.

Аналіз сценаріїв розвитку проекту дозволяє оцінити вплив на проект можливої одночасної зміни декількох змінних через ймовірність кожного сценарію. В більшості випадків обмежуються оптимістичним, песимістичним і реалістичним сценаріями. Кожному сценарію повинні відповідати: набір значень вихідних змінних, розраховані значення результуючих показників, певна ймовірність реалізації того чи іншого сценарію, визначені експертним шляхом.

Метод дерева рішень передбачає графічну побудову різних варіантів дій, які можуть бути застосовані для вирішення вихідної проблеми. Дерево рішень має вигляд графа, вершини його є ключовими станами, у яких виникає необхідність вибору, а дуги графа – різні події, що можуть трапитися в ситуації, обумовленою вершиною. Цей метод застосовується за умови наявності скінченного числа варіантів розвитку проекту.

Використання імітаційного моделювання дозволяє побудувати математичну модель для проекту з невизначеними значеннями параметрів, і, знаючи ймовірність розподілу параметрів проекту, а також зв'язок між змінними параметрів (кореляцію) одержати розподіл прибутковості проекту.

Найбільш поширеним варіантом методу достовірних еквівалентів є експертне корегування ситуації у залежності від суб'єктивної оцінки ймовірностей.

Спектр математичних моделей і методів оцінювання ризиків досить широкий і визначається специфікою розв'язуваної задачі. Так, в роботі [3] запропонована нечітка модель оцінки ризиків просування програмних продуктів. В роботі [4] розроблено метод оцінки компетентності рольового складу команди ІТ-проекту з використанням нечіткої логіки. В роботах [5, 6] побудовано моделі оцінювання ефективності методології управління проектом та вибору найкращої з них.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Аналіз математичних моделей та методів оцінювання стану виконання проекту свідчить, що більшість наукових результатів не враховують такий компонент як безпека проекту, яка досягається шляхом декомпозиції проблеми забезпечення безпеки в проектах на взаємозалежних рівнях безпеки оточуючого середовища, безпеки команди проекту, програмного продукту та безпеки експлуатації програмного продукту.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є розробка математичної моделі кількісної оцінки ризику невдалого виконання ІТ-проекту та адаптація її до використання в умовах невизначеності, що дозволить підвищити ефективність процесів підтримки прийняття рішень при управлінні ІТ-проектами.

Виклад основного матеріалу. Розглянемо побудову нечіткої моделі прийняття рішень щодо стану управління ІТ-проектом. Необхідно надати кількісну оцінку істинності експертного висновку про ризик невдалого виконання проекту.

Множину показників для формування висновку про ступінь ризику невдалого виконання проекту визначаємо експертних шляхом. Нехай експерт вибрав систему показників виду

$$G = f_G(y_1, y_2, y_3, y_4),$$

$$y_1 = f_{y_1}(x_1, x_2, x_3), \quad y_2 = f_{y_2}(x_4, x_5, x_6),$$

$$y_3 = f_{y_3}(x_7, x_8, x_9), \quad y_4 = f_{y_4}(x_{10}, x_{11}, x_{12}),$$

де $f(\cdot)$ – функціональний зв'язок між входами та виходами, який моделюється нечіткою базою знань, y_1 – безпека зовнішнього середовища, y_2 – безпека команди проекту, y_3 – безпека програмного продукту, y_4 – безпека експлуатації програмного продукту, x_1 – зміна нормативного регулювання бізнес-процесів у потенційних користувачів програмного продукту, x_2 – поява на ринку нових аналогічних програмних продуктів, x_3 – поширення піратських копій програмного продукту, x_4 – трудомісткість кодування програмного забезпечення, x_5 – компетентність учасників проекту, x_6 – вартість процесу розробки, x_7 – середня кількість дефектів на тисячу рядків програмного коду, x_8 – складність програмного продукту, x_9 – рівень якості програмування, x_{10} – вартість впровадження програмного продукту, x_{11} – витрати на обслуговування одного користувача програмного продукту, x_{12} – складність модифікації програмного забезпечення.

Наведемо графічну класифікацію факторів, що впливають на ризик невдалого виконання ІТ-проекту, у вигляді дерева логічного виведення (рис. 1).

Елементи дерева інтерпретуються наступним чином:

– корінь дерева – ризик невдалого виконання ІТ-проекту (G);

– термінальні вершини – часткові фактори, що впливають на ризик – невдалого виконання ІТ-проекту (x_1, \dots, x_{12});

– нетермінальні вершини (подвійні кола) – згортки факторів, що впливають на ризик зриву виконання ІТ-проекту;

– дуги графа, що йдуть від нетермінальних вершин, – укрупнені фактори, що впливають на ризик невдалого виконання ІТ-проекту (y_1, y_2, y_3, y_4).

Для моделювання впливу укрупнених факторів на ризик невдалого виконання ІТ-проекту побудуємо нечіткі бази знань типу Мамдані, а згортки факторів $f_G, f_{y_1}, f_{y_2}, f_{y_3}$ і f_{y_4} побудуємо шляхом логічного виведення по нечітким базам знань.

На початковому етапі моделювання впливу укрупнених факторів на ризик невдалого виконання ІТ-проекту введемо лінгвістичні змінні $y_i =$ «рівень безпеки», $i=1,4$. Для змінних y_i універсальною множиною є відрізок $[0,1]$, а множиною значень – термножина $Y = \{Y_1^i, Y_2^i, Y_3^i\}$ де $Y_1^i =$ «низький» з функцією належності $(m;c) = (0;0,18)$, $Y_2^i =$ «середній» з функцією належності $(m;c) = (0,55;0,18)$, $Y_3^i =$ «високий» з функцією належності $(m;c) = (0,78;0,18)$.

Припустимо, що кожний показник стану вико-

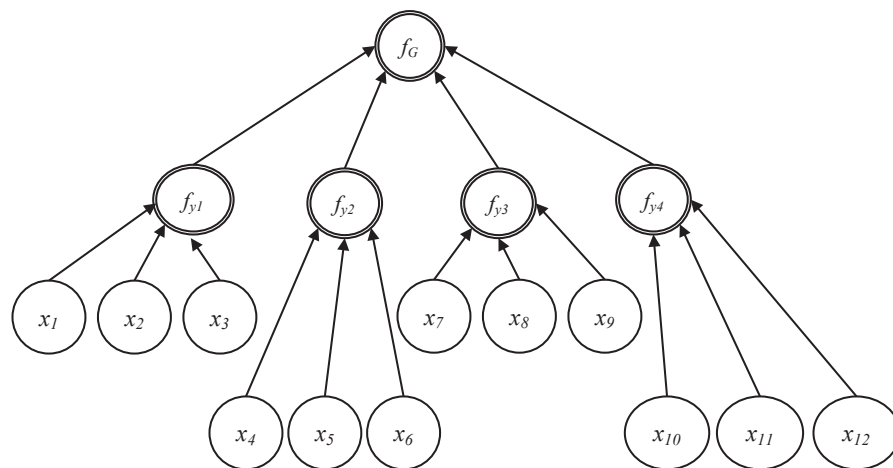


Рис. 1. Ієрархічна класифікація факторів, що впливають на ризик невдалого виконання проекту

Джерело: розроблено автором

нання проекту – числова змінна, або, змінна, що набуває значень на визначеному числовому відрізку. Кожну таку змінну будемо розглядати як множину-носії лінгвістичної змінної B_j , що містить терми:

- B_{j1} – «низький рівень показника x_q » з функцією належності $(m;c)=(0;0,2)$;
- B_{j2} – «середній рівень показника x_q » з функцією належності $(m;c)=(0,3;0,2)$;
- B_{j3} – «високий рівень показника x_q » з функцією належності $(m;c)=(0,8;0,2)$.

Емпіричні значення лінгвістичних термів обчислюємо з використанням гаусоподібної функції належності

$$\mu(x, m, c) = \frac{1}{c\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\eta-m)^2}{2c^2}},$$

де x – назва змінної, m – довільне число, $c > 0$.

Використовуючи отримані нечіткі значення вхідних змінних, побудуємо три бази правил нечіткого логічного виведення. Значення укрупнених факторів розраховуємо за правилами

- f_{y_1} : якщо $x_1 \in B_{j1}$ і $x_2 \in B_{j2}$ і $x_3 \in B_{j3}$, то $y_1 \in Y_j$,
 - f_{y_2} : якщо $x_4 \in B_{j1}$ і $x_5 \in B_{j2}$ і $x_6 \in B_{j3}$, то $y_2 \in Y_j$,
 - f_{y_3} : якщо $x_7 \in B_{j1}$ і $x_8 \in B_{j2}$ і $x_9 \in B_{j3}$, то $y_3 \in Y_j$,
 - f_{y_4} : якщо $x_{10} \in B_{j1}$ і $x_{11} \in B_{j2}$ і $x_{12} \in B_{j3}$, то $y_4 \in Y_j$,
- $j = \overline{1, 7}$.

Правила нечіткого логічного виведення не містять числової інформації. Вони реалізують евристичний підхід, який дозволяє формалізувати досвід експертів з управління ІТ-проектами.

Для приведення лінгвістичних значень укрупнених факторів до їх чітких нормованих значень використовуємо метод центра ваги:

$$y^i = \frac{\sum_q \mu(x_q^i) x_q^i}{\sum_q \mu(x_q^i)}.$$

Для вихідної згортки f_G введемо лінгвістичну змінну g = «ризик невдалого виконання ІТ-проекту». Для змінної g універсальною множиною є відрізок $[0,1]$, множиною значень змінної g – терм-множина $G = \{G_1, G_2, G_3, G_4, G_5\}$ де

- G_1 = «гранично допустимий ризик невдалого виконання ІТ-проекту» з функцією належності $(m;c) = (0;0,25)$;

- G_2 = «високий ризик невдалого виконання ІТ-проекту» з функцією належності $(m;c) = (0,15;0,25)$;

- G_3 = «середній ризик невдалого виконання ІТ-проекту» з функцією належності $(m;c) = (0,35;0,25)$;

- G_4 = «низький ризик невдалого виконання ІТ-проекту» з функцією належності $(m;c) = (0,55;0,25)$;

- G_5 = «ризик невдалого виконання ІТ-проекту незначний» з функцією належності $(m;c) = (0,75;0,25)$.

Нечіткі правила виведення по нечітким базам знань формулюємо так:

$$f_G: \text{якщо } y_1 \in Y_{r1} \text{ і } y_2 \in Y_{r2} \text{ і } y_3 \in Y_{r3} \\ \text{і } y_4 \in Y_{r4}, \text{ то } g \in G_r, \\ r = \overline{1, 16}.$$

Результуючу нечітку множину для вихідної змінної знаходимо шляхом об'єднання знайдених функцій належності. Далі виконуємо дефазифікацію за методом центра ваги і знаходимо чітке значення ризику невдалого виконання ІТ-проекту.

Висновки і пропозиції. Одержані результати орієнтовані на керівників невеликих ІТ-компаній. Наведена в статті множина факторів, які впливають на ризик невдалого виконання ІТ-проекту та запропонована математична модель оцінки ризику невдалого виконання проекту можуть використовуватися командою управління ІТ-проектом. Ієрархічна структура факторів, що впливають на ризик невдалого виконання проекту, забезпечує її відкритість. Учасники команди управління ІТ-проектом можуть додавати нові елементи, притаманні конкретному ІТ-проекту, при цьому елементи можуть додаватися на будь-якому рівні ієрархії.

Використання математичного апарату нечіткої логіки дозволило експертам працювати зі змінними, опис яких здійснюється тільки в інтервальної шкалі без переходу до середніх значень або рангів. Побудована модель не чутлива до кількості вхідних даних: при збільшенні або зменшенні кількості факторів, що впливають на ризик невдалого виконання ІТ-проекту збільшується або зменшується лише кількість правил виведення, а логіка моделі при цьому не змінюється. Це дозволяє використовувати модель для оцінки ризиків не тільки на етапі реалізації, а на етапі проектування.

Список літератури:

1. Авдошин С.М. Информатизация бизнеса. Управление рискам [Текст] / С.М. Авдошин, Е.Ю. Песоцкая. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 176 с.
2. Королькова Е.М. Риск-менеджмент: управление проектными рисками: учебное пособие для студентов экономических специальностей [Текст] / Е.М. Королькова. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. – 160 с.
3. Ехлаков Ю.П. Нечеткая модель оценки рисков продвижения программных продуктов [Текст] / Ю.П. Ехлаков, Н.В. Пермякова // Бизнес-информатика. – 2014. – № 3(29). – С. 69–78.
4. Крамской С.А. Метод оценки компетенций ролевого состава специалистов для комплектации ИТ-компании с использованием нечеткой логики [Текст] / С.А. Крамской // Управление развитием сложных систем. – 2016. – № 28. – С. 81–89.
5. Кононенко И.В. Имитационное моделирование применения альтернативных методологий для управления проектом в области ИТ [Текст] / И.В. Кононенко, А. Агаи // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – 2016. – № 73. – С. 74– 86.
6. Бегутова Е.В. Разработка методики построения функции принадлежности для показателей системы нечеткого логического вывода о реализации ИТ-стратегии [Текст] / Е.В. Бегутова // Экономика, Статистика, Информатика. – 2012. – № 5. – С. 169–172.

Коломиец С.А.

Черкасский государственный технологический университет

НЕЧЕТКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ РИСКА НЕУДАЧНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ ИТ-ПРОЕКТА

Аннотация

В статье рассматривается задача оценки состояния выполнения ИТ-проекта. Предложена нечеткая математическая модель количественной оценки риска неудачного выполнения ИТ-проекта. Рассмотрены структурные особенности и конструктивные элементы предложенной многофакторной нечеткой математической модели. Приведены лингвистические переменные и нечеткие базы правил. Разработанная модель составляет методологическую базу для оптимизации процессов принятия решений при управлении ИТ-проектами в условиях неопределенности.

Ключевые слова: проект, риск, нечеткая система, алгоритм Мамдани.

Kolomiets S.A.

Cherkasy State Technological University

A FUZZY MODEL OF RISK ASSESSMENT OF UNSUCCESSFUL COMPLETION OF IT-PROJECT

Summary

In this paper problem of status assessment of IT-project was considered. The fuzzy model of risk assessment of unsuccessful completion of IT-project was proposed. The structural features and structural elements of the proposed model were considered. Linguistic variables and fuzzy rule bases are given. The proposed model forms the methodological basis for decision-making processes optimization for IT-project management in conditions of uncertainty.

Keywords: project, risk, fuzzy systems, Mamdani algorithm.