

Проведені дослідження показали необхідність поглибленого вивчення та аналізу первинної інформації, яка реєструється в архівах РАС. Насамперед, таке вивчення повинно бути спрямоване на розширення кількості типів сигналів, що пройшли обробку. Це пояснюється тим, що початково вибір інформації для аналізу здійснювався на основі побажань технологів. Такий суб'єктивний підхід до відбору інформації міг призвести до втрати даних, що є вирішальним при аналізі розвитку аварійної ситуації загалом в межах енергоблока та окремої підсистеми. Подальші дослідження вбачаються у побудові моделей, які використовують інформацію про розвиток аварійних ситуацій для навчання побудованої експертної системи, а також модифікаціях алгоритмів навчання для реалізації їх в умовах функціонування систем реального часу.

1. Komorowski J., Pawlak Z., Polkowski L., Skowron A. *Rough Sets: A Tutorial // A New Trends in Decision Making*, Springer-Verlag, 1999. – pp.3-98. 2. Dorian Pyle. *Data Preparation for Data Mining*. Morgan Kaufmann Publishers, 1999. 3. Usama M. Fayadd, Gregory Piatetski-Shapiro, Padhraic Smyth, and Ramasamy Uthurusamy, eds. *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining AAAI/MIT Press*, 1996. 4. Джексон П. *Экспертные системы*. – М.: Издательский дом „Вильямс”, 2001. 5. Mitchell T. *Machine Learning*. The McGraw-Hill Companies, Inc. 1997/

УДК-681.3

І.В. Рішняк

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра ІСМ

МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТНИМИ РИЗИКАМИ

© Рішняк І.В., 2004

Наведено структурну модель управління ризиками проекту. Описана формальна модель ризику під час прийняття рішень. Розглянуто оцінювання проблемної ситуації.

In the article structural case frame by the risks of project is presented. Formal model of risk at acceptance of decisions described. The process of evaluation of problem situation is considered.

Постановка проблеми та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Проблема управління ризиками є надзвичайно обширною та важливою, і відповідні задачі виникають в найрізноманітніших галузях діяльності людини. Проектний тип управління (стратегічне планування, управління проектом та оперативне корегування перебігу його виконання) набуває все більшого поширення, що пов'язане з динамічним розвитком у галузі інформаційних технологій. Проблема ризиків тісно переплітається з проблемою невизначеності (неточності, неповноти, ненадійності) наших знань про умови та процеси, що відбуваються в об'єкті та зовнішньому середовищі з імовірністю виникнення небажаних подій [1]. Планування та управління з урахуванням ризику, зумовленого неповнотою інформації, вимагає розробки спеціальної методології, що ґрунтується на інформаційно-економічному змісті розв'язування задач. У даному випадку основні труднощі полягають не у виконанні розрахунків, а в побудові моделей, адекватних реальній обстановці.

Огляд існуючих джерел та публікацій. Задачі математичного моделювання при всій своїй змістовій різноманітності мають досить подібне формулювання [2]. У кожній з них є цільова функція $f=f(x_1, x_2, \dots, x_k)$, яку потрібно мінімізувати або максимізувати, тобто оптимізувати. Іншими словами потрібно знайти такі значення змінних x_1, x_2, \dots, x_k , для яких $f=f(x_1, x_2, \dots, x_k)=\min$ або $f=f(x_1, x_2, \dots, x_k)=\max$.

При цьому змінні x_1, x_2, \dots, x_k повинні задовольняти певні додаткові вимоги, які запишемо у вигляді рівнянь $F(x_1, x_2, \dots, x_k)=C_l$, $l=1, 2, \dots, n$ чи нерівностей $F(x_1, x_2, \dots, x_k) \leq C_l$, $l=1, 2, \dots, n$, а також граничні умови $a_i \geq x_i \geq b_i$, $i=1, 2, \dots, k$.

Кількість рівнянь не може бути більша за кількість змінних, тобто $n \leq k$.

Стосовно ризиків реалізації проекту задачу моделювання можна сформулювати так [3].

Припустимо, що управління проектом складається з декількох етапів. На кожному етапі можливі альтернативні напрями реалізації проекту. Кожний з цих напрямів характеризується вірогідністю виникнення збитку, пов'язаного, наприклад, з кон'юнктурою ринку, зірванням поставок комплектуючих тощо, а також величиною збитку і можливим прибутком. Необхідно розробити стратегію $X = \|x_{kij}\|$ управління проектом, яка дозволила б реалізувати проект з максимальним прибутком при допустимому рівні витрат.

$$F(\|x_{kij}\|) = \sum_{k=0}^m \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{kij} (1 - p_{kij}) b_{kij} \rightarrow \max$$

при обмеженнях

$$\sum_{k=0}^m \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{kij} p_{kij} a_{kij} \leq A_{dop},$$

де $M = \{1, \dots, m\}$ – множина етапів реалізації проекту, на кожному з яких діють відповідно свої чинники ризику; $N = \{1, \dots, n\}$ – множина можливих варіантів реалізації (станів) проекту;

$\|P_{kij}\|$, $k \in \overline{0, m}$, $i \in \overline{0, m}$, $j \in \overline{0, n}$ – матриця вірогідності виникнення збитку під час переходу реалізації проекту з k -го на i -й етап по j -му напрямку; $k=0$ – початковий етап реалізації проекту;

$\|a_{kij}\|$, $k \in \overline{0, m}$, $i \in \overline{0, m}$, $j \in \overline{0, n}$ – матриця витрат (можливого збитку) під час переходу реалізації

проекту з k -го на i -й етап по j -му напрямку; $\|b_{kij}\|$, $k \in \overline{0, m}$, $i \in \overline{0, m}$, $j \in \overline{0, n}$ – матриця очікуваного прибутку (вигоди) під час переходу реалізації проекту з k -го етапу на i -й етап по j -му напрямку.

$$x_{kij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо з } k\text{-го на } i\text{-й етап виконаний перехід по } j\text{-му напрямку;} \\ 0, & \text{у іншому випадку.} \end{cases}$$

Сформульована задача, зважаючи на наявність у цільовій функції характеристик вірогідності, належить до класу задач математичного програмування, оскільки на кожному етапі управління передбачається відома (оцінена) вірогідність втрат при виборі того або іншого альтернативного напрямку реалізації проекту.

Для ризиків, близьких до банківської галузі, можливе застосування аксіоматичної моделі [4]. Нехай при деякій операції є вірогідність P втратити суму S . Тобто ризик даної операції можна зобразити парою (P, S) . Тоді P вважається ризиком чинника, а S – вагою чинника.

Вважатимемо, що повний ризик можна подати у вигляді ієрархічної структури чинників (часткових ризиків). Кількість рівнів може бути довільною. Якщо якийсь чинник рівня K розкривається декількома чинниками рівня $(K+1)$, то вважатимемо, що початковий чинник та чинники, які його розкривають, становлять “вузол” ієрархії чинників.

Для кожного вузла ризик початкового чинника є функція від ризиків чинників, які його розкривають

$$R = f(r_1, w_1, r_2, w_2, \dots, r_n, w_n),$$

де w_i – вага i -го чинника вузла, r_i – ризик i -го чинника вузла.

Причому, r_i , w_i і R приймають значення в діапазоні від 0 до 1; ризик=0 – є відсутність ризику, ризик=1 – є максимальний ризик; більше значення ваги w означає велику значущість чинника. Для визначення виду функції доцільно сформулювати таку систему умов, що відображають певне розуміння властивостей ризику:

- однорівневність (всі аргументи функції повинні належати до одного рівня ієрархії чинників);
- виключення компенсації (якщо $r_i=1$, то $R=1$ для будь-кого i ; тобто повний “провал” хоча б по одному показнику не може бути компенсований ніякими поліпшеннями значень інших показників);

- гладкість (залежність повного ризику від чинників є неперервною);
- обмеженість ($f(0,0,\dots,0)=0$, $f(1,1,\dots,1)=1$);
- нейтральність (загальний ефект буде дорівнювати ефекту від одного чинника, якщо решта чинників перестають діяти; $f(r_1,0,\dots,0)=r_1$).

Розглянуті моделі та інші описані у літературі [5,6,7,8] тою чи іншою мірою описують ризики проекту та певні моменти управління ним під час реалізації проекту.

Постановка задачі. Основним завданням цієї статті є визначення та характеристика моделей управління ризиками проекту, що дозволить їх практичне застосування з метою виявлення та мінімізації можливих втрат, пов'язаних із зростанням того чи іншого виду проектного ризику чи всієї їх сукупності, а також з метою моделювання та оцінювання наслідків прогнозованих змін ризиків на подальшу стратегію розвитку проекту.

Структурна модель управління ризиком. Задачею моделювання ризику є визначення алгоритму ухвалення оптимального рішення, адекватного конкретній інформаційній ситуації. У цьому аспекті доцільно розглядати як статичні, так і динамічні моделі, які своєю чергою описують відповідно детерміновані чи стохастичні інформаційні ситуації.

Параметри статичних моделей протягом усього періоду управління залишаються незмінними, або їх змінами можна знехтувати. У статичних моделях не враховується також і динаміка надходження та інформації. За основу приймається інформація, що є на початку періоду управління.

Побудова статичних моделей в умовах ризику припускає наявність множини дискретних станів зовнішнього середовища, множини рішень та критеріїв оцінювання, що характеризують “виграш” чи “програш” під час вибору одного з рішень. Алгоритм ухвалення рішення на етапі моделювання ризику буде мати такий вигляд (рис.1):

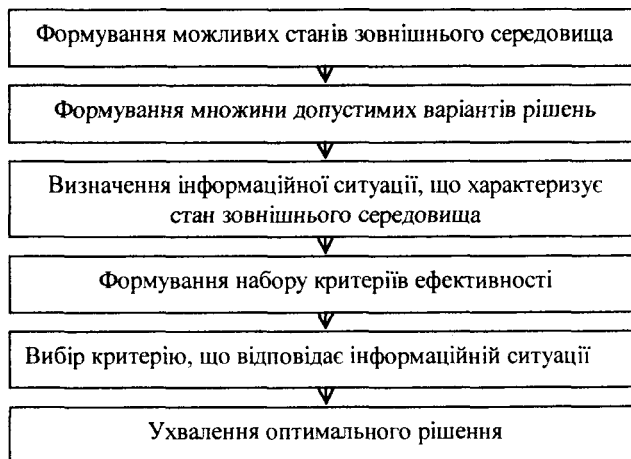


Рис.1. Структурна схема статичної моделі ризику

Однак цілком детермінована інформаційна ситуація, коли кожному варіанту рішення відповідає однозначно визначений єдиний результат, є випадком окремим. Як правило, варіантам рішень відповідають різні умови. Тому однозначне оптимальне рішення може бути прийняте на основі оцінкової цільової функції, деякі з яких відомі [2]. Визначена оцінкова функція відповідає тим чи іншим умовам неповної інформації, в яких приймається рішення. Вибір оцінкових функцій з урахуванням кількісних характеристик відповідної ситуації дозволяє відобразити наслідки прийняття рішень та поліпшити їх якість. Статичні моделі необхідно використовувати як початковий етап для розв'язання динамічних задач управління.

Динамічні моделі припускають наявність стохастичної невизначеності і допускають прийняття рішень в умовах дефіциту інформації. Алгоритм динамічної моделі повинен містити планову та адаптивну частини. Адаптивний підхід передбачає аналіз реалізації планових етапів, кількісну оцінку надійності і ризику відхилення фактичних значень показників від запланованих. Алгоритм ухвалення оптимального рішення у описаній ситуації буде мати вигляд як на (рис.2)

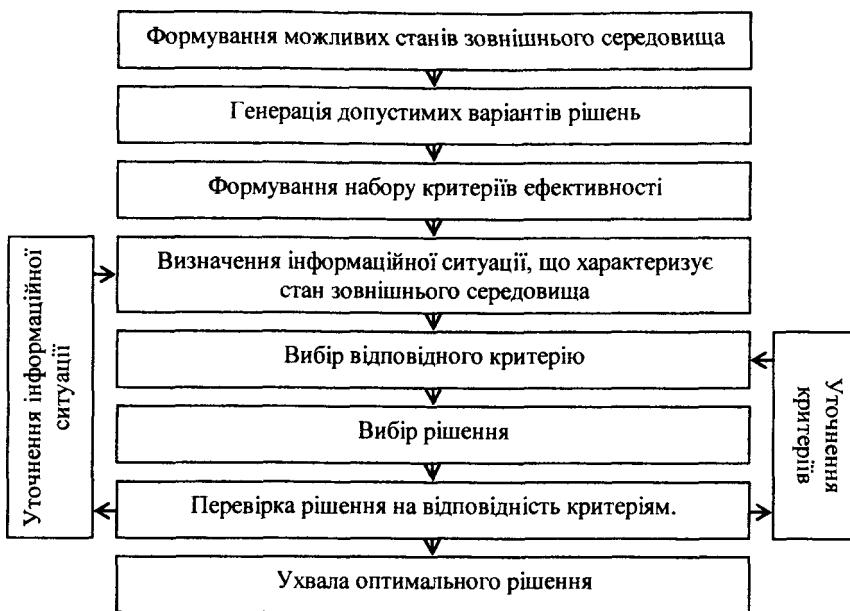


Рис. 2. Структурна схема динамічної моделі ризику

Формальна модель ризику. Враховуючи означення ризику, наведене у [1], ризик r залежить від таких факторів: прийнятого рішення a , невизначеної ситуації s , в умовах якої приймається рішення, та очікуваного результату d_0 :

$$r = \langle a, s, d_0 \rangle$$

Розглянемо взаємозв'язок між цими факторами [7].

Нехай S – множина всіх можливих ситуацій; A – множина всіх можливих рішень; D – множина всіх можливих результатів. Якщо у ситуації $s \in S$ приймається рішення $a \in A$, то це рішення призводить до результату $d \in D$, який по суті є значенням відображення Ψ :

$$\Psi : S \times A \rightarrow D$$

Причому на множині результатів D задано такий порядок чи відношення переваги, що для будь-якої пари результатів $d_1, d_2 \in D$ можна з впевненістю сказати чи d_1 має перевагу над d_2 , чи навпаки, d_2 має перевагу над d_1 або вони еквівалентні.

Якби будь-яке рішення $a \in A$ призводило до конкретного очікуваного результату $d_0 \in D$, до для будь-якої пари рішень $a_1, a_2 \in A$ можна було б вибрати краще рішення відповідно до очікуваного результату. Але реально на результат окрім рішення впливає ще й невизначеність ситуації, в умовах якої приймається рішення. Отже, існує ризик, що при прийнятті рішення $a \in A$ у ситуації $s \in S$ отриманий результат d буде відрізнятися від очікуваного: $\forall d, d_0 \in D: d \neq d_0$.

Ситуація S зображається як певна композиція стану зовнішнього середовища (ЗС) V та стану проекту W , зафіксованих у певний момент часу $t \in T$ [7].

$$S = \{T; V; W\}$$

Складові V та W описуватимемо як динамічні системи, тобто системи, що переходять з одного стану в інший, і їх моделі подамо у вигляді впорядкованих множин.

Для стану ЗС:

$$\Delta = \langle T; V; X^V; Y^V; F; E \rangle$$

де T – множина моментів часу; V – множина станів ЗС; X^V – множина вхідних факторів; Y^V – множина вихідних факторів; F – оператор переходів, який відображає механізм змін стану ЗС; E – оператор виходів, який описує механізм формування вихідних факторів.

Оператори F та E реалізують відображення :

$$F : T \times X^V \times V \rightarrow V$$

$$E : T \times X^V \times V \rightarrow Y^V$$

Для стану проекту

$$\Lambda = \langle T; W; X^W; Y^W; Q; H \rangle$$

де T – множина моментів часу; X^W – множина вхідних факторів; Y^W – множина вихідних факторів; W – множина станів проекту; Q – оператор переходів, який відображає механізм змін стану проекту під дією зовнішніх та внутрішніх збурень; H – оператор виходів, який описує механізм формування вихідних факторів як реакції на зовнішні та внутрішні збурення.

Оператори Q та H реалізують відображення

$$Q : T \times X^W \times W \rightarrow W$$

$$H : T \times X^W \times W \rightarrow Y^W$$

Розглядаючи ситуацію S як взаємозв'язок стану проекту W та стану ЗС V , відзначимо що:

– множина вхідних параметрів проекту X^W є об'єднанням двох можин: множини вихідних параметрів ЗС Y^V та множини рішень A :

$$X^W = Y^V \cup A$$

– множина вихідних параметрів проекту Y^W є складовою множини вхідних параметрів зовнішнього середовища X^V , яка окрім цього об'єднує множину активних факторів впливу U та множину пасивних факторів впливу Z :

$$X^V = Y^W \cup U \cup Z$$

Під активними факторами впливу на ЗС розумітимемо свідому цілеспрямовану діяльність, скеровану на досягнення конкретних змін у ЗС з подальшим опосередкованим впливом на стан проекту. Пасивні фактори впливу – природні зміни фону ЗС. Вплив пасивних факторів можна змодельовати за допомогою ймовірнісних методів, які достатньо повно описані в літературі. Вплив активних компонент вирішується за допомогою ігрового моделювання, вибору стратегії з урахуванням соціальних, психологічних, емоційних та інших особистих аспектів противника.

Оцінка ризику проекту. Оцінка ризику O , на підставі якої приймається певне рішення, залежить від визначеності чи невизначеності ситуації та від важливості втрат, які виникають при цій ситуації [1,5]. Важливість втрат подається двома величинами: величиною певних втрат $g \in G$ (G – множина всіх можливих втрат), які фактично є різницею між отриманим результатом і очікуваним, та величиною θ , що характеризує індивідуальне ставлення до ризику. Невизначеність ситуації залежить від невизначеності кількості параметрів чи факторів, що створюють цю ситуацію, та невизначеності значення кожного параметра зокрема. Ситуацію можна описати безліччю параметрів, але для кожної окремої ситуації існують визначальні параметри, зміна значень яких докорінно змінює ситуацію, а отже, впливає на прийняття рішення, та параметри, невизначеність яких не має ніякого значення для оцінювання ризику і прийняття рішення. Отже, першим етапом оцінювання ризику є виділення у ситуації визначальних параметрів. Ця проблема, як правило, вирішується за допомогою методу аналогій із залученням експертів. Наступний етап – розв'язання невизначеності значень виділених параметрів. Цю задачу варто розв'язувати із застосуванням ймовірнісних методів і в формалізоване описання оцінки ризику необхідно ввести фактор ймовірності ситуації $p \in P$ (P – множина ймовірностей ситуацій).

Формалізовану модель оцінки ризику запишемо так:

$$O = \{P; G; \theta\}$$

де P – множина ймовірностей появи ситуацій; G – множина можливих втрат; θ – індивідуальне ставлення до ризику.

Кількісну оцінку ризиків проекту можна подати у вигляді:

$$R = \sum_{i=1}^m w_i \cdot p_i ;$$

де R – ризик; m – кількість факторів ризику; p_i – ймовірність появи i -го фактора ризику, оцінювана в частках одиниці; w_i – питома вага значущості i -го фактора ризику у всій сукупності факторів, прийнятій за одиницю.

Спочатку визначається питома вага фактора ризику з найменшим пріоритетом за формулою

$$w_{\min} = \frac{2}{m(f+1)};$$

де f – відношення пріоритету першого фактора до m -го;

Питома вага решти факторів ризику визначається за формулою

$$w_i = w_{\min} \frac{(m-1) \cdot f + i - 1}{(m-1)}.$$

Значущість i -го фактора ризику визначається на підставі експертних оцінок. При цьому відбирається певна кількість експертів. Враховуючи прийняту систему оцінок, експерти призначають пріоритети (значущість) для кожного фактора ризику в балах. Експерти визначають і ймовірність кожної групи і окремих факторів у прийнятій системі зчислення.

Ймовірності задаються за допомогою закону розподілу або визначаються “вручну” для кожного можливого значення (діапазону значень) випадкової величини. У першому випадку невизначеність моделюється відповідно до певних математичних принципів, а в другому – просто вказується, враховуючи суб’єктивні оцінки.

Здебільшого для задання ймовірності на множині елементарних подій використовують аналітичний спосіб, тобто задання закону розподілу випадкової величини. Серед його переваг є абсолютна формалізація і впорядкованість ймовірності певних значень випадкової величини залежно від двох основних факторів, які враховуються при моделюванні невизначеності: розсіювання можливих значень випадкової величини від її очікуваного значення та відхилення певного значення випадкової величини від очікуваного значення. При заданні ймовірності аналітичним способом вирішальним є вибір закону розподілу випадкової величини.

Висновки. Ризик є складною об’єктивно-суб’єктивною категорією, на яку впливають як зовнішні обставини та внутрішні параметри проекту, так і суб’єктивне сприйняття ризику особою, котра приймає рішення.

Залежно від конкретних умов, наявності інформації та цілей проекту рівень ризику може істотно змінюватись. Тому для оцінки ризику доцільно застосовувати оцінкові методи, аналіз чутливості, альтернативні методи прийняття рішень. Ґрунтуючись на отриманих результатах можна здійснити відповідний прогноз, порівняти його з поставленою метою і сформулювати управ-ляючу інформацію та необхідні дії.

Слід пам’ятати, що будь-яка модель не відображає повною мірою всіх факторів та закономірностей, які впливають на поведінку проекту.

1. Рішняк І.В. Системний аналіз категорій ризику та невизначеності // Вісн.НУ “Львівська політехніка” “Інформаційні системи та мережі” – 2003, – № 489. 2. Мушик Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений. – М.: Мир, 1990. 3. Багов В.П., Токаренко Г.С. Оптимизация стратегии управления реализацией проекта в условиях риска // Менеджмент в России и за рубежом. 1999. № 5. 4. <http://www.gorskiy.ru/Articles/risc.html>. 5. Верес О.М., Камренко А.В., Рішняк І.В., Чаплига В.М. Управління ризиками в проектній діяльності // Вісн. НУ “Львівська політехніка” “Інформаційні системи та мережі” – 2003, – № 489. 6. Рішняк І.В. Моделювання процесів проектування схем реляційних баз даних та оцінювання ризиків прийняття проектних рішень // Вісн. НУ “Львівська політехніка” “Інформаційні системи та мережі” – 2002, – № 464. 7. Рішняк І.В. Формальна модель ризику. // Матеріали Всеукр. наук. конф. “Сучасні проблеми прикладної математики та інформатики”, Національний університет ім. Івана Франка – 2004. 8. Екушов А. Моделирование рисков в коммерческом банке // Банковские Технологии. – 1999. – № 1