

Татусь В.В.

ОПТИМІЗАЦІЯ РИЗИКІВ В УПРАВЛІННІ ПРОЕКТАМИ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Анотація. Розглянутий підхід до оптимізації ризиків в управлінні проектами автомобільних доріг на основі створення резервів на пом'якшення ризику (запобігання ризику; передачі ризику; зменшення ризику) на основі використання імітаційного моделювання процесу реалізації проекту і генетичного алгоритму пошуку оптимальних значень керованих змінних - резервів. Наведені вихідні дані, необхідні для моделювання ризиків, а також результати моделювання для умовного прикладу.

Ключові слова: проектний ризик, оптимізація ризику, генетичний алгоритм, імітаційна модель.

Аннотация. Рассмотрен подход к оптимизации рисков в управлении проектами автомобильных дорог на основе создания резервов на смягчение риска (предотвращение риска; передачи риска, уменьшение риска) на основе использования имитационного моделирования процесса реализации проекта и генетического алгоритма поиска оптимальных значений управляемых переменных - резервов. Приведены исходные данные, необходимые для моделирования рисков, а также результаты моделирования для условного примера.

Ключевые слова: проектные риски, оптимизация риска, генетический алгоритм, имитационные модели.

Annotation. The approach to risk optimization in project management of highways through the creation of reserves to mitigate risk (risk avoid, risk transfer, risk reduction) through the use of simulation process of the project and the genetic algorithm search for the optimal values of controlled variables - reserves. Present input data required for risk modeling, and simulation results for an illustrative example.

Key words: project risk, optimization, genetic algorithms, simulation model.

Постановка проблеми. Реалізація проектів автомобільних доріг та їх інженерних споруд здійснюється в умовах невизначеності майбутніх природних, технічних, політичних, соціальних та економічних процесів. Управління проектними ризиками являє собою складну наукову задачу, яка знаходиться в центрі уваги наукового напрямку - управління проектами, проте стосовно проектів автомобільних доріг, особливо в Україні, ефективно розв'язання цієї задачі потребує подальших наукових досліджень. В першу чергу, це стосується створення моделей мінімізації негативного впливу ризиків. Проте збільшення витрат на реалізацію заходів з пом'якшення впливу факторів ризику і можливе зменшення втрат від їх дії повинні бути узгоджені на основі компромісного рішення про їх сумарний розмір.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В проектному менеджменті, зокрема в управлінні проектами автомобільних доріг і окремих інженерних споруд на автомобільних дорогах (мостів, тунелів, великих транспортних розв'язок тощо), в різних країнах світу значна увага приділяється оптимізації управління проектами на основі застосування генетичних алгоритмів (ГА) [1,2,3,4].

ГА призначені для вирішення задач оптимізації. Хоча в основі ГА лежить метод випадкового пошуку, основним недоліком якого апріорна невідомість витрат часу для вирішення завдання, в ГА для уникнення великих витрат часу на розв'язання задачі, застосовуються методи, відкриті при вивченні еволюції і походження видів. Як відомо, в процесі еволюції виживають найбільш пристосовані особини. Це призводить до того, що пристосованість популяції зростає, дозволяючи їй краще виживати в умовах, що змінюються. ГА був запропонований в 1975 році Джоном Холландом (John Holland) в Мічиганському університеті. Він отримав назву «репродуктивний план Холланда» і ліг в основу практично всіх варіантів ГА [5].

В ГА спочатку випадковим чином створюється кінцева множина – популяція можливих рішень задачі – особин або інакше хромосом, для кожного з яких обчислюється так звана функція пристосованості. Значення цієї функції характеризують ступінь досягнення цілі системи – однієї або декількох (оптимум за Парето). Хромосоми складаються з генів, що моделюють значення керованих змінних оптимізаційної задачі. З популяції тим чи іншим методом вибираються дві «батьківські» хромосоми, з яких шляхом схрещування (кросоверу) формуються два «нащадки». В операції кросоверу визначається

точка розділення хромосом, потім хромосоми обмінюються відповідними генами і утворюються дві хромосоми – «нащадки». Гени в знов створених хромосомах можуть з певною імовірністю змінюватись – мутувати, за рахунок чого пошук продовжується в новому регіоні простору допустимих рішень. Крім того, нащадок може породжуватись оператором інверсії, коли хромосома ділиться на дві частини, і ці частини міняються місцями. Алгоритм:

1. Ініціювати початковий момент часу $T = 0$. Випадковим чином сформуванати початкову популяцію з k особин.

2. Обчислити пристосованість кожної хромосоми і популяції в цілому (середнє значення).

3. Вибрати одну хромосому з популяції.

4. З вірогідністю кросоверу вибрати другу хромосому з популяції. Виконати кросовер.

5. З вірогідністю мутації виконати оператор мутації.

6. З вірогідністю інверсії виконати оператор інверсії.

7. Помістити отриману хромосому в нову популяцію.

8. Виконати операції, починаючи з пункту 3, k раз.

9. Збільшити номер поточної епохи $T = T + 1$.

10. Якщо виконалось умова зупину, то завершити роботу, інакше перехід на крок 2.

Найбільшу роль в успішному функціонуванні алгоритму грає етап відбору батьківських хромосом на кроках 3 та 4. Найбільш часто використовується метод відбору, званий рулеткою. При використанні такого методу ймовірність вибору хромосоми визначається її пристосованістю. Використання цього методу призводить до того, що ймовірність передачі ознак більш пристосованими особинами нащадкам зростає. Інший часто використовуваний метод - турнірний відбір. Він полягає в тому, що випадково вибирається декілька хромосом з популяції (зазвичай 2) та переможцем вибирається хромосома з найбільшою пристосованістю. Крім того, в деяких реалізаціях алгоритму застосовується так звана стратегія елітизму, яка полягає в тому, що особини з найбільшою пристосованістю гарантовано переходять в нову популяцію. Використання елітизму зазвичай дозволяє прискорити збіжність генетичного алгоритму. Недолік використання стратегії елітизму в тому, що підвищується ймовірність попадання алгоритму в локальний мінімум.

Інший важливий момент - визначення критеріїв зупину. Зазвичай в якості них застосовуються або обмеження на максимальне число епох функціонування алгоритму, або визначення його збіжності шляхом порівнювання пристосованості популяції на декількох епохах і зупинки при стабілізації цього параметра.

Постановка завдання. Викласти розроблений оптимізаційно-імітаційний алгоритм мінімізації ризиків проектів автомобільних доріг.

Виклад основного матеріалу. Можна прийняти, що життєвий цикл проекту автомобільної дороги включає фази проектування, будівництва (реконструкції або капітального ремонту) і експлуатації. Кінець дії проекту – це наступна реконструкція дороги (або наступного капітального ремонту). На всіх фазах виконуються притаманні їм роботи (в широкому розумінні), тривалість і вартість яких в умовах невизначеності випадкові, причому вартість робіт і всього проекту пропорційна (нелінійно) тривалості.

Окрім витрат на реалізацію проекту (проектування, будівництво, ремонт і утримання) користувачі доріг втрачають від невідповідних умов перевезень на всіх фазах проекту, отже ці витрати повинні бути враховані у функції пристосування.

Керовані змінні оптимізаційної задачі мінімізації негативного впливу ризиків – це резерви для пом'якшення ризиків, оптимальні значення яких необхідно знайти при розв'язанні задачі. Розмір резервів повинен бути таким, щоби їх розмір і можливі втрати від негативних подій створювали компромісне рішення.

Виходячи з цих передумов був розроблений оптимізаційно-імітаційний алгоритм мінімізації ризиків, сутність якого полягає в тому, що функція пристосування обчислюється як результат імітації вартості життєвого циклу дороги в наведеному вище розумінні.

Опис ризику в імітаційній моделі включає: код (ідентифікатор) ризику; опис події, яка спричиняє ризик; стратегію управління ризиком (уникнення, передача, пом'якшення, прийняття); оцінку імовірності настання події; мінімальне значення множника (коефіцієнта) збільшення тривалості робіт, яке визвано подією, яка спричиняє ризик; максимальне значення множника (коефіцієнта) збільшення тривалості робіт; гістограму оцінки розподілення величини множника збільшення тривалості робіт; мінімальне значення множника (коефіцієнта) збільшення вартості робіт, яке визвано подією, яка

спричиняє ризик; максимальне значення множника (коефіцієнта) збільшення вартості робіт; гістограму оцінки розподілення величини множника збільшення вартості робіт.

Опис робіт, які потрібно виконати для здійснення проекту, включає: код роботи; назву роботи; базову вартість роботи; проектну тривалість роботи; вартість затримки роботи на одиницю часу. Взаємозалежності робіт: код роботи; коди робіт, які передують даній. Дана робота може розпочатись після завершення передуючих їй. Ризики робіт: код роботи; код ризику, який впливає на здійснення даної роботи; вартість резерву для реагування на ризик (усунення ризику або його пом'якшення) – керована змінна.

Здороження вартості роботи за рахунок збільшення її тривалості обчислюється за формулою:

$$\Delta C = \sum_{i=1}^{i=N} (t_{ki} - t_n - T_o) \times C_s, \quad (1)$$

де i – номер випадкової події (ризик); N – кількість подій; t_{ki} - момент закінчення роботи за умови впливу i -ї події; t_n - момент початку роботи; T_o - базова тривалість роботи; C_s - вартість затримки роботи на одиницю часу.

В імітаційній моделі отримані результати мають характер неперервних випадкових величин і описуються гістограмами щільності розподілу та інтегральної функції (рис. 1, 2).

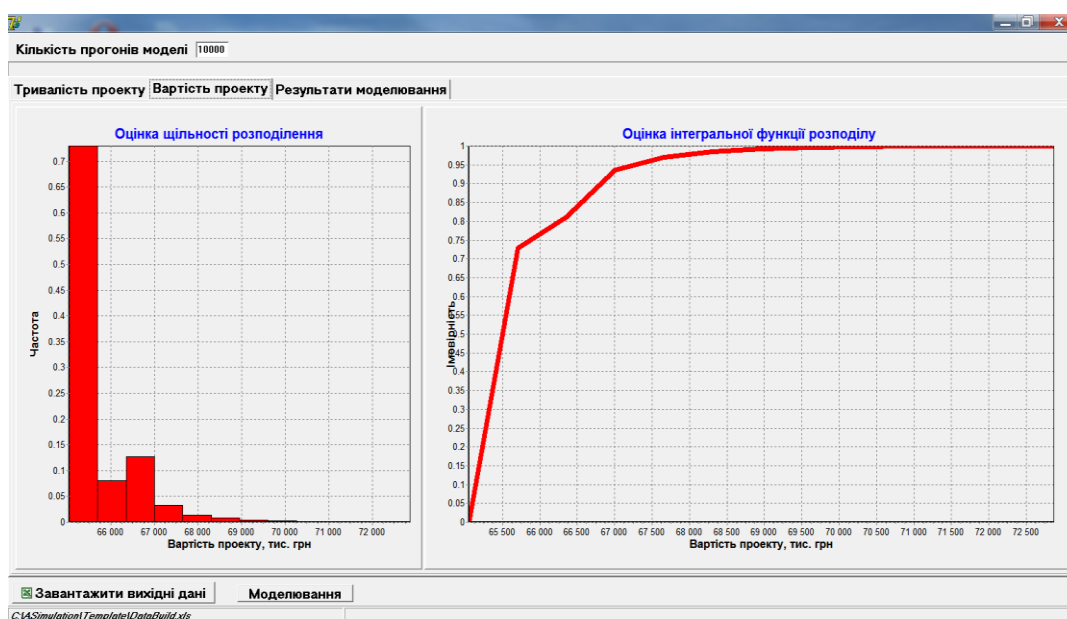


Рисунок 1 – Оцінка розподілення вартості проекту

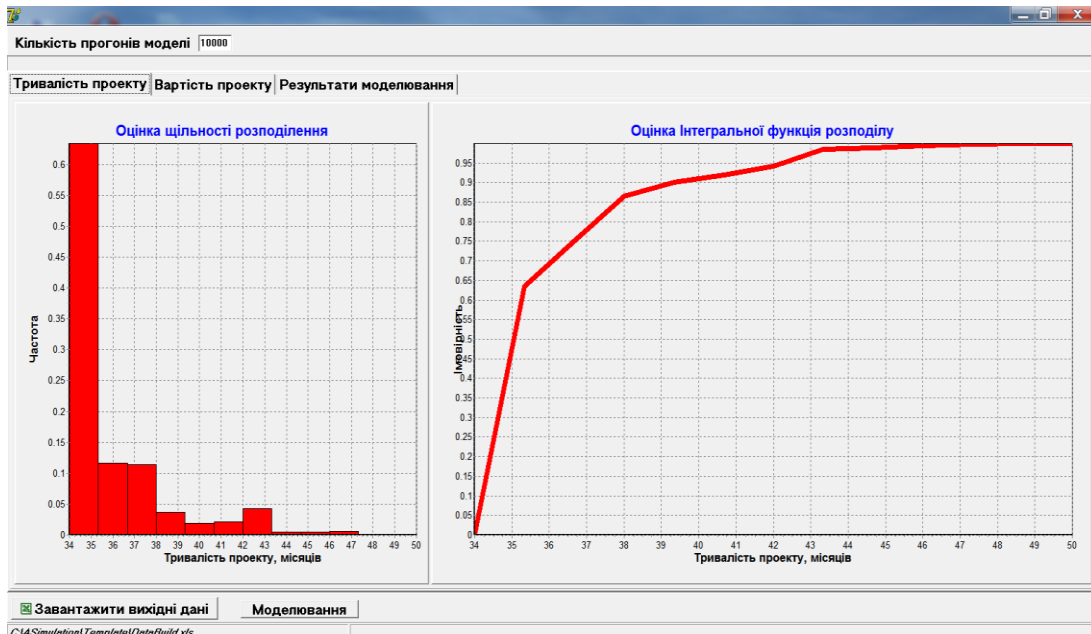


Рисунок 2 – Оцінка розподілення тривалості проекту

Розроблений генетичний алгоритм базується на представленні змінних рішень (вартостей резервів для реагування на ризик) двійковим кодом. Кожна змінна рішення моделюється геном, всі гени мають однакову довжину. В розробленій комп'ютерній програмі передбачені процедури кодування і декодування змінних рішення. Програмний модуль складається з двох частин: тестової програми, що слугує оболонкою для підготовки вихідних даних, управління процесом моделювання і виводу отриманих результатів; власне модулю генетичного алгоритму пошуку оптимального розміру резервів на пом'якшення ризиків.

Література

1. Quantitative Risk Analysis for Project Management. A Critical Review / Galway L. RAND Corporation working paper series, WR-112-RC, February 2004. – 52 p.
2. Maintenance optimization of infrastructure networks using genetic algorithms / Morcoux G., Lounis Z., Automation in Construction 14 (2005) 129– 142.
3. Genetic Algorithms for Optimization of Resource Allocation in Large Scale Construction Project Management / Huang J., Wang X. and Chen R., Academy Publisher, Journal of Computers, vol. 5, no. 12, december 2010, pp. 1916 – 1924.
4. Review of Application of Genetic Algorithms in Optimization of Flexible Pavement Maintenance and Rehabilitation in Nigeria / Chikezie C., Olowosulu A., Abejide O., Kolo B., World J of Engineering and Pure and Applied Sci. 2011;1(3), pp. 68-76.
5. Эволюционные методы моделирования и оптимизации сложных систем / Конспект лекцій, Авторы-составители: Е.С. Семенкин, М.Н. Жукова, В.Г. Жуков, И.А. Панфилов, В.В. Тынченко, Красноярск 2007. – 310 с.