

ГЕНЕТИЧНИЙ АЛГОРИТМ ОПТИМІЗАЦІЇ РИЗИКІВ В УПРАВЛІННІ ПРОЕКТАМИ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Татусь В.В.

Постановка проблеми. Проекти автомобільних доріг здійснюються в умовах невизначеності майбутніх природних, технічних, політичних, соціальних та економічних процесів і тому - ризиковані. 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, ефективне розв'язання цієї задачі потребує подальших наукових досліджень. В першу чергу, це стосується створення адекватних реальним умовам моделей мінімізації ризиків.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В різних областях проектного менеджменту, зокрема в будівництві, реконструкції, капітальному ремонті автомобільних доріг, 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 сформувати 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.

Важливу 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 оптимум.

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 наступний капітальний ремонт). 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 тривалості.

Окрім витрат на реалізацію проекту (проектування, будівництво, ремонт і утримання) користувачі доріг втрачають від невідповідних умов перевезень на всіх фазах проекту (дальність перевезень, недостатня швидкість, погані умови руху тощо), 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:

$$\Delta C = \sum_{i=1}^{i=N} (T_{\kappa i} - T_n - T_{\sigma}) \times C_s, \quad (1)$$

де i – номер випадкової події (ризик); N – кількість подій; $T_{\kappa i}$ - момент закінчення роботи за умови впливу i -ї події; T_n - момент початку роботи; T_{σ} - 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).

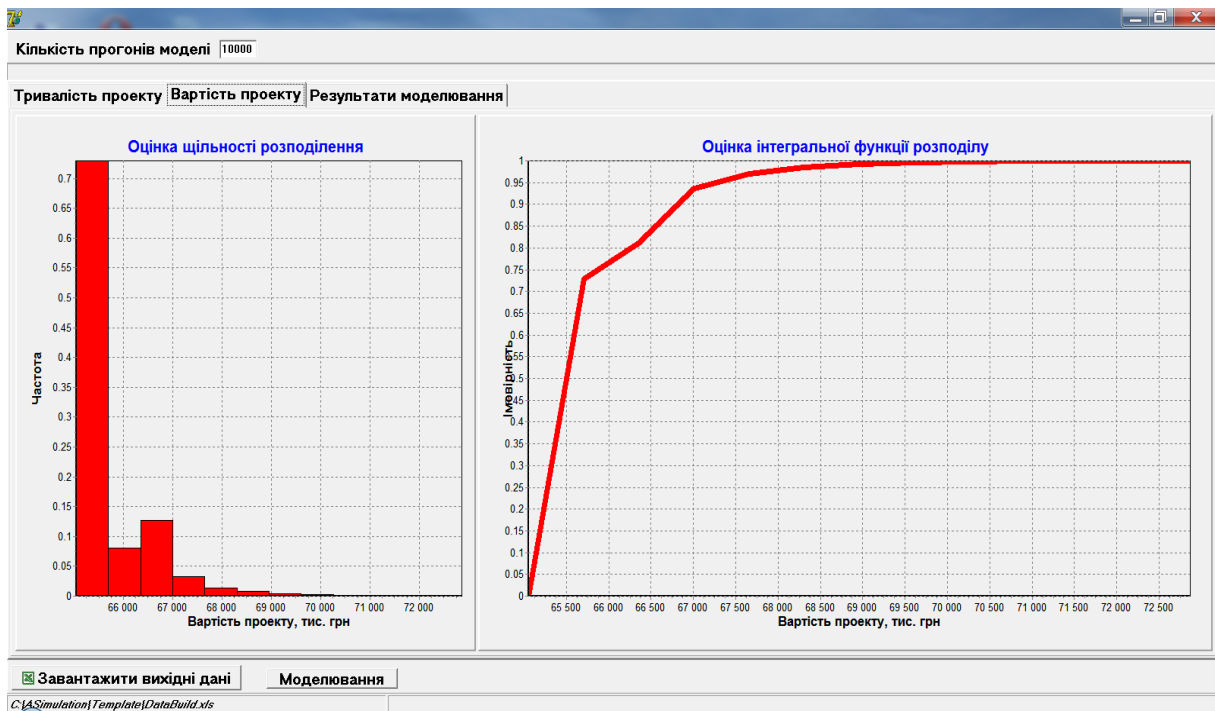


Рисунок 1. – Оцінка розподілення вартості проекту

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 (за основу прийнятий підхід [6]) 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 (рис. 2).

Висновок. Управління ризиками проектів автомобільних доріг являє собою складну і відносно нову для дорожньої галузі України задачу.

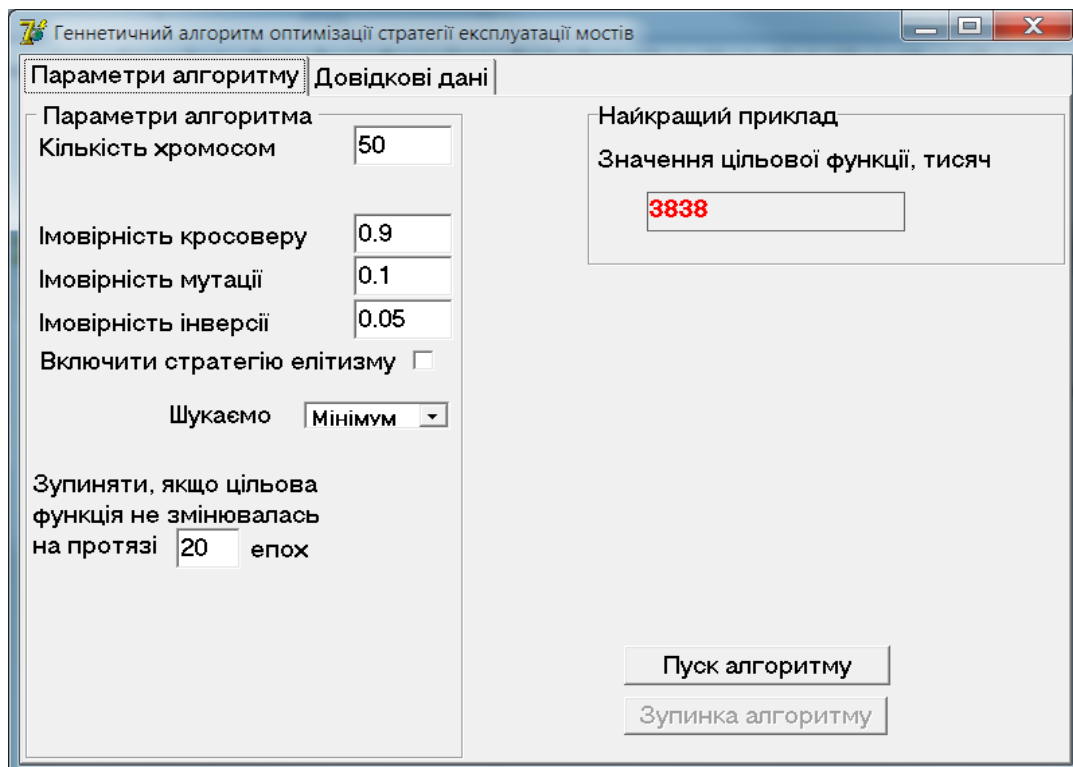


Рисунок 2. - Субоптимальне значення середнього значення цільової функції

Перспективним напрямом її розв'язання є створення адекватних умовам реалізації проектів моделей оцінки ризиків, які враховують вплив на негативні наслідки факторів ризику резервування для пом'якшення ризиків - імітаційні моделі, які враховують складні взаємозв'язки робіт і подій, а також дію випадкових факторів ризику.

В якості апарату пошуку оптимального резерву пом'якшення ризику доцільно застосовувати генетичні алгоритми. На сьогоднішній день генетичні алгоритми довели свою ефективність при вирішенні багатьох NP-складних задач і особливо в практичному використанні, де математичні моделі мають складну структуру і застосування стандартних градієнтних методів, динамічного або лінійного програмування вкрай утруднено.

Проте, наведені моделі застосовуються у функції планування проектного ризик-менеджменту. Найбільш важливою буде розробка експертної аналітичної системи управління ризиками проектів автомобільних доріг, яка б здійснювала функції організації, мотивації і контролю ризик-менеджменту.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

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.
6. Генетические алгоритмы - математический аппарат / Стариков А. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.basegroup.ru/library/optimization/ga_math/

РЕФЕРАТ

Татусь В.В. Генетичний алгоритм оптимізації ризиків в управлінні проектами автомобільних доріг / Вадим Вікторович Татусь // Управління проектами, системний аналіз і логістика. – К.: НТУ – 2012. – Вип. 10.

В статті розглядається проблема оптимізації ризиків проектів автомобільних доріг на основі оптимізаційно-імітаційного алгоритму.

Об'єкт дослідження – метод оптимізації ризиків проектів будівництва, реконструкції і капітального ремонту автомобільних доріг.

Мета роботи розробка оптимізаційно-імітаційної моделі і комп'ютерної програми мінімізації ризиків проектів автомобільних доріг на основі генетичного алгоритму.

Метод дослідження – системний аналіз, імітаційне моделювання і комп'ютерний числовий експеримент.

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. Показано, як враховується збільшення вартості роботи за рахунок збільшення її тривалості. Наведені вихідні дані, необхідні для моделювання ризиків, а також результати моделювання для умовного прикладу.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – створити експертну аналітичну систему управління ризиками проектів автомобільних доріг для проактивного управління ризиками на всіх етапах здійснення проекту.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПРОЕКТНИЙ РИЗИК, ОПТИМІЗАЦІЯ РИЗИКУ, ГЕНЕТИЧНИЙ АЛГОРИТМ, ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ, КОМП'ЮТЕРНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ.

ABSTRACT

Tatus V.V. Genetic optimization algorithms of risk in roads project management / Vadim Victorovich Tatus // Management of projects, systems analysis and logistics. - K.: NTU-2012. - Vol. 10.

The paper addresses the problem of risk management road's projects.

Object of research - a method of risk assessment of construction projects, reconstruction and repair of roads.

The purpose of developing a optimization-simulation model and a computer program risk minimization of project roads.

Method of research - system analysis, simulation and computer numerical experiment.

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. We show how to take into account the increased cost of operation by increasing its duration. Present input data required for risk modeling, and simulation results for an illustrative example.

Projected assumptions about the development of the object of research - to create an expert analysis system of risk management projects of roads for proactive risk management in all phases of the project.

KEYWORDS: PROJECT RISK, OPTIMIZATION, GENETIC ALGORITHMS, SIMULATION MODEL, COMPUTER EXPERIMENTS.

РЕФЕРАТ

Татусь В.В. Генетический алгоритм оптимизации рисков в управлении проектами автомобильных дорог / Вадим Викторович Татусь // Управление проектами, системный анализ и логистика. - М.: НТУ - 2012. - Вып. 10.

В статье рассматривается проблема оптимизации рисков проектов автомобильных дорог на основе оптимизационно-имитационного алгоритма.

Объект исследования - метод оптимизации рисков проектов строительства, реконструкции и капитального ремонта автомобильных дорог.

Цель работы разработка оптимизационно-имитационной модели и компьютерной программы минимизации рисков проектов автомобильных дорог на основе генетического алгоритма.

Метод исследования - системный анализ, имитационное моделирование и компьютерный численный эксперимент.

Рассмотренный 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. Показано, как учитывается увеличение стоимости работы за счет увеличения ее продолжительности. Приведены исходные данные, необходимые для моделирования рисков, а также результаты моделирования для условного примера.

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования - создать экспертную аналитическую системы управления рисками проектов автомобильных дорог для проактивного управления рисками на всех этапах осуществления проекта.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ПРОЕКТНЫЕ РИСКИ, ОПТИМИЗАЦИЯ РИСКА, ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ, ИМИТАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ, КОМПЬЮТЕРНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ.

УДК 629.113

ВИКОРИСТАННЯ ПІ-РЕГУЛЯТОРА ТА ТЕОРІЇ КІНЦЕВИХ АВТОМАТІВ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ГІБРИДНОГО АВТОМОБІЛЯ

Тімков О.М., кандидат технічних наук

Іванов О.С.

Постановка проблеми. Гібридний автомобіль може поєднувати в собі декілька джерела енергії, та має декілька режимів роботи силового приводу. Багато режимність роботи гібриду ускладнює процесу проектування системи керування. Складність полягає у вирішенні задач