УДК 629.76/.78 https://doi.org/10.15407/itm2022.04.051

А. П. АЛПАТОВ, В. Т. МАРЧЕНКО, Н. П. САЗІНА

КІЛЬКІСНА ОЦІНКА РІВНЯ РИЗИКУ ЗБІЛЬШЕННЯ ВИТРАТ НА РОЗРОБКУ ЗРАЗКІВ КОСМІЧНОЇ ТЕХНІКИ

Інститут технічної механіки
Національної академії наук України і Державного космічного агентства України,
вул. Лешко-Попеля, 15, 49005, Дніпро, Україна; e-mail: sazinana@ukr.net

Мета роботи – розробка методичного підходу до кількісної оцінки рівня ризику збільшення витрат на розробку зразків космічної техніки.

Розглянуто технологію та математичні моделі для кількісної оцінки рівня ризику збільшення витрат на виконання дослідно-конструкторської роботи (ДКР) зі створення нових зразків космічної техніки. Основною причиною, що обумовлює ризик збільшення витрат на ДКР, є неповнота та неточність даних, які використовуються в процесі розрахунку очікуваних витрат. В якості міри ризику прийнята ймовірність того, що можливі витрати на реалізацію науково-технічного проєкту не перевищать критичної (для інвестора) величини.

Технологія оцінки рівня ризику побудована на методі статистичних випробовувань Монте-Карло, який закладений в імітаційну модель. В основі методу Монте-Карло лежить аналітико-ймовірнісна модель (детермінована математична модель та ймовірнісна модель даних з відомими законами (функціями) розподілу).

Унікальність, новизна та технічна складність зразків космічної техніки унеможливлюють побудову необхідної аналітико-ймовірнісної моделі. В статі описана математична модель, яка еквівалентна аналітико-ймовірнісній.

В статті приведено обґрунтування правомірності гомоморфного відображення можливісного простору випадкових величин на ймовірнісний простір, тобто запропонована модель в цьому випадку еквівалентна аналітико-ймовірнісній моделі.

Ключовою компонентою імітаційної моделі є математична модель вартості створення зразка космічної техніки. В основу вартісної моделі закладено метод покомпонентної аналогії відносно простих складових частин зразка космічної техніки, використання руху (знизу–вверх) по гілках зваженого орієнтованого деревовидного графа, який є моделлю технічної структури зразка космічної техніки, та методи нечіткої математики.

Запропонований методичний підхід може бути використаний при побудові імітаційної моделі для кількісної оцінки рівня ризику щодо зменшення величини корисного ефекту від експлуатації створюваного зразка, для цього потрібно лише замінити математичну модель вартості ДКР на математичну модель формування корисного ефекту.

Ключові слова: *аналітико-ймовірнісна модель, зразок космічної техніки, інвестиційний проєкт, метод статистичних випробовувань Монте-Карло, невизначеність даних, рівень ризику, функція розподілу ймовірностей, функція розподілу можливостей.*

1. *Алпатов А. П., Марченко В. Т., Хорольський П. П., Сазіна Н. П.* Методологічні аспекти фінансово-економічного обґрунтування проєктів космічної техніки. Космічна наука і технологія. 2014. Т. 20. № 6. С. 49–59. https://doi.org/10.15407/knit2014.06.049
2. *Alpatov A. P., Marchenko V. T., Khorolsikyi P. P., Sazina N. P.* The Status and Directions for Improving the Regulatory and Procedural Framework for the Rocket and Space Technology Development in Ukraine. Sciens end Innovation. 2022. Vol. 18. № 1. P. 76–88.
3. *Малышев Г. В.* Проектирование автоматических космических аппаратов. Вероятностные методы анализа, Москва.: Машиностроение, 1982. С. 28.
4. *Быков А. А., Порфирьев Б. Н.* Об анализе риска, концепциях и классификации рисков. Проблемы анализа рисков. 2006. № 4. С. 319–337.
5. *Привалов Н. Г., Козловский А. Н., Петров В. Н.* Современный инструментарий количественного анализа и оценки рисков инновационных проектов. Записки Горного института. Т.197. Санкт-Петербург. 2012. С. 107–113.
6. *Дюбуа Д., Прад А.* Теория возможностей. Приложения к представлению знаний в информатике: пер. с фр. М.: Радио и связь, 1990. 288 с.
7. *Пытьев Ю. П.* Возможность как альтернатива вероятности. Математические и эмпирические основы, применение. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. 464 с.
8. *Марченко В. Т., Петляк О. А., Сазіна Н. П., Хорольський П. П.* Методичний підхід до створення вітчизняної галузевої методики розрахунку вартості дослідно-конструкторських робіт зі створення космічних апаратів. Технічна механіка. 2021. № 3. С. 83–98. https://doi.org/10.15407/itm2021.03.083
9. *Штовба С. Д.* Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику. URL: http://matlab.exponenta.ru/ fuzzylogic/index.php (дата звернення: 08.01.2022).
10. *Грицюк С. Н., Мирзоева Е. В., Лысенко В. В.* Математические методы и модели в экономике: учебник. Ростов н/Д: Феникс, 2007. 348 с.

11. *Кобзарь А. И.* Прикладная математическая статистика, для инженеров и научных работников. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. 816 с.

Отримано 02.11.2022,
в остаточному варіанті 29.11.2022