

**Національний університет біоресурсів
і природокористування України**



ЗБІРНИК

ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

***XIV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ***

«ОБУХОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

***з нагоди 93-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора, академіка АН ВШ України,
Обухової Віолетти Сергіївни
(1926-2005)***

29 березня 2019 року



м. Київ

УДК 338:47

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИТРАТ ІНВЕСТИЦІЙНО-БУДІВЕЛЬНОГО ПРОЕКТУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ

О.М. Загурський

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Інвестиційно-будівельний проект автомобільної дороги являє собою складну керовану систему, яка змінює свою конфігурацію в ході багатокрокових процесів. Можливість здійснювати управління системою зумовлює виникнення проблеми вибору дій і неминуче призводить до задачі пошуку оптимально доцільного рішення з точки зору управління. Такого типу завдання є завданнями динамічного програмування, що побудовані на, так званому, принципі оптимальності: За ним оптимальній поведінці властиво те, що яким би не був початковий стан та рішення у початковий момент, наступні рішення повинні складати оптимальну поведінку відносно стану, що одержаний в результаті першого рішення.

Метод динамічного програмування полягає в тому, що оптимальне управління складного процесу (проекту) будується поступово. На кожному з етапів оптимізується управління лише цього етапу, проте з урахуванням оптимальності усього процесу (проекту) в цілому. Тобто, на кожному етапі рішення по управлінню процесом (проект) приймається з урахуванням його наслідків, так як управління, оптимізуючи цільову функцію тільки для даного етапу, може привести до неоптимального ефекту всього процесу (проекту). Яким б не був початковий стан системи перед наступним етапом, рішення з управління спрямовуються на те, щоб виграш на даному етапі плюс оптимальний виграш на всіх наступних етапах був максимальним.

Процеси динамічного програмування можуть приймати різні форми. Нами пропонується аналітична модель процесу прийняття обґрунтованого рішення, яка буде як досить загальною, так і обчислюваною. Ця модель є умовно стаціонарною, тому що передбачає, що інвестиційно-будівельний проект автомобільної дороги виконується протягом невеликого періоду часу. Для опису робіт системи використовуються Марковські процеси прийняття рішень, а для оптимізації – методи дискретного та динамічного програмування, відповідно до загальної концепції аналізу і оптимізації багатокрокових завдань.

Марковські завдання прийняття рішення, описані в роботі Р. Ховарда [2] є завданням математичного програмування, що застосовується до багатокрокових задач прийняття рішень в умовах ризику. В них процес зміни стану будь-якої системи полягає в тому, що у випадкові моменти часу $t_0, t_1, t_2, \dots, t_k$ система виявляється в тому чи іншому заздалегідь відомому дискретному стані послідовно. Така випадкова послідовність подій називається Марківським

ланцюгом, якщо для кожного кроку ймовірність переходу з одного стану S_t в будь-яке інше S_j не залежить від того, коли і як система перейшла в стан S_t .

Описується Марківський ланцюг за допомогою ймовірності станів, причому вони утворюють повну групу подій, тому їх сума дорівнює одиниці. Отже, інвестиційно-будівельний проект автомобільної дороги буде системою, яка в будь-який фіксований момент часу може знаходитися в одному із чисельних станів (етап виконання проекту), який пронумеруємо як $E_j = 1, 2, \dots, N$ і припустимо, що у дискретні моменти часу $t = 0, 1$ система переходить з одного стану до іншого. При чому процеси зміни станів відбуваються не детерміновано, а стохастично та керуються перехідною матрицею

$$P = (P_{E_i;E_j})$$

де: $P_{E_i;E_j}$ ймовірність переходу стану від етапу «і» до етапу «j» інвестиційно-будівельного проекту платної автомобільної дороги.

Введемо наступні функції: $X_t(E_j)$ – ймовірність того, що система у момент часу (t) знаходиться у стані $E_i = 1, 2, \dots, N$, за умови, що $t = 1, 2, \dots$

Тоді згідно теорії ймовірності

$$X_{t+1}(E_j) = \sum_{i=1}^N P_{E_i;E_j} \times x_t(E_i), E_j = 1, 2, \dots, N$$

$$x_0(E_i) = C_i$$

Враховуючи те, що в теорії Марковських процесів розглядається асимптотична поведінка функції $x_t(E_i)$, при $t \rightarrow \infty$ і якщо усі перехідні ймовірності $P_{E_i;E_j}$ позитивні то визначені функції наближаються до величин $x_t(E_i)$, задовольняючим рівняння «стаціонарного режиму»:

$$X(E_j) = \sum_{i=1}^N P_{E_i;E_j} \times x(E_i), E_j = 1, 2, \dots, N$$

В даній моделі на кожному кроці у якості перехідної матриці може бути обрана одна із множин таких матриць, відповідно нами для визначення політики α може бути обрана матриця $P(\alpha) = (P_{E_i;E_j}(\alpha))$

Далі припустимо, що змінюється не тільки стан на кожному кроці, а і витрати пов'язані із розробкою проекту, які є функцією початкового і кінцевого стану і рішення. У цьому випадку вираз $R(\alpha) = (r_{E_i;E_j}(\alpha))$ є матрицею витрат.

Описаний вище процес є Марковським процесом прийняття рішення тому сутність рішення завдання зводиться до вибору послідовності рішень, які мінімізують математичне очікування витрат, одержуваних у N-кроковому процесі, при заданому початковому стані системи.

Нехай $\alpha_1^1; \alpha_2^1; \alpha_3^1$ – альтернативні варіанти виконання інвестиційного проекту у I періоді і $h_1^1; h_2^1; h_3^1$ – відповідні витрати при виконанні проекту по даним варіантам у I періоді.

Так як альтернативні варіанти виконання проекту виникають на кожному з етапів, позначимо для II періоду альтернативні варіанти виконання проекту і їх витрати $\alpha_1^2; \alpha_2^2; \alpha_3^2$ і $h_1^2; h_2^2; h_3^2$ відповідно. Тоді для III періоду альтернативні варіанти виконання проекту і їх витрати будуть $\alpha_1^3; \alpha_2^3; \alpha_3^3$ і $h_1^3; h_2^3; h_3^3$ відповідно.

Рішення завдання мінімізації витрат ведеться поетапно і починається з пошуку мінімального числа витрат в III періоді. Далі такі процедури

повторюються для II і I періодів. Остаточне рішення про розробку проекту формується з послідовного вибору, починаючи з першого періоду таких альтернативних варіантів, при яких показник витрат мінімальний.

Фактори невизначеності і ризику оцінюються експертами в якості можливих додаткових витрат на кожному з етапів розробки інвестиційно-будівельного проекту і визначається за допомогою неформалізованих суб'єктивних методів оцінки. В окремих випадках величина впливу цих факторів може бути визначена на об'єктивній основі (наприклад, на основі статистики по настанню несприятливих подій на аналогічних об'єктах).

Відповідно основне завдання зводиться до побудови оптимального рішення на усіх трьох етапах вибору мінімального показника витрат з урахуванням складової невизначеності і ризику. Для цього розраховуються ймовірність його настання результату і величина виграшу (мінімізації витрат, з урахуванням складової невизначеності і ризику), яка може бути отримана з урахуванням цієї ймовірності. Розрахунок ведеться по кожному вектору рішень від початкового вузла прийняття рішень до кінцевого вузла відповідного результату, з відбором гілки, що приводить до максимального виграшу, і поверненням до попереднього вузла прийняття рішень, яким присвоюється це значення виграшу.

Отже інвестиційно-будівельні проекти у сфері автотранспортної інфраструктури завжди складні, масштабні та затратні. Їх реалізація впливає на різні складові (економічні, соціокультурні, екологічні, виробничі та ін.) соціально-економічної системи території і відповідно вимагає застосування різноманітних моделей управління ними як на стадії проектування так і у процесі впровадження.

Запропонована модель може виявитися потужним інструментом в оперативному управлінні процесом розробки проекту, на основі якого в подальшому будуть побудовані графіки і календарний план його реалізації. Таким чином, зацікавлені особи (державний чи приватний партнер), використовуючи розроблену модель, здатні оперативно приймати рішення не тільки перед стартом інвестиційно-будівельного проекту, але і в процесі його реалізації, а також отримувати детальну інформацію про можливо допустимі втрати в точках прийняття рішень.

Література

1. Воркут Т. А. Проектний аналіз / Т. А. Воркут. – К. : УЦДК, 2008. – 440 с.
2. Ховард Р.А. Динамическое программирование и марковские процессы / Перевод с англ. В.В. Рыкова под ред. Н.П. Бусленко / Издательство "Советское радио" М.: 1964 – 189 с.
3. Eijgenraam, C.J.J. OEEI: Evaluatie van infrastructuurprojecten: leidraad voor kostenbatenanalyse / C.J.J. Eijgenraam, C.C. Koopmans, J. Prij, F.A. Rosenberg, P.J.G. Tang en N. Verster / Tijdschrift Vervoerwetenschap 2000 – №31 PP. 28-33.