

Соколова Н.М., к.е.н.

ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ВИКОНАННЯ КОНТРАКТУ З УТРИМАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Анотація. Пропонуються концептуальні передумови імітаційного моделювання процесу виконання контракту державно – приватного партнерства в експлуатації автомобільних доріг.

Ключові слова: автомобільна дорога, експлуатація.

Аннотация. Предлагаются концептуальные предпосылки имитационного моделирования процесса выполнения контракта государственно - частного партнерства в эксплуатации автомобильных дорог.

Ключевые слова: автомобильная дорога, эксплуатация.

Abstract. Proposed conceptual simulation process conditions of the contract public - private partnerships in service roads.

Keywords: Road, the operation.

Постановка проблеми. В останні два десятиріччя в економіці багатьох країн світу виникла особлива форма взаємодії бізнесу і влади - партнерство держави і приватного сектора: нова характерна риса сучасної змішаної економіки. В Україні державно-приватне партнерство (ДПП) відтепер ґрунтується на затвердженому у червні 2010 року Законі України «Про загальні засади державно-приватного партнерства». ДПП, на відміну від традиційних адміністративних відносин, створює свої базові моделі фінансування, відносин власності та методів управління. Особлива роль належить ДПП в реалізації інфраструктурних проектів, в тому числі автомобільних доріг. Про це свідчить прийняття Закону України «Про концесії на будівництво та експлуатацію автомобільних доріг».

Прийняті у світовій практиці класифікації ДПП виокремлюють такі його форми, як контракти, оренда, концесія, угоди про розподіл продукції, спільні підприємства. ДПП в сфері утримання і удосконалення дорожньої інфраструктури здійснюється через контракти, які засновані на показниках

забезпеченої якості стану автомобільних доріг, і контракти життєвого циклу [1,2,3]. Вони сприяють залученню в дорожні проекти приватного капіталу і стимулюють впровадження приватним сектором ефективного менеджменту та сучасних інноваційних технологій, що призводить до суттєвої економії фінансових ресурсів.

Розрахунок ключових характеристик подібного контракту уявляє собою складну техніко-економічну задачу. Сторонам контракту потрібно оцінити витрати та вигоди від реалізації контракту, майбутні економічні ризики, для чого потрібні адекватні природі економічних процесів ДПП моделі. В умовах фундаментальної невизначеності в майбутньому економічних процесів в якості найбільш адекватного типу моделей слід визнати імітаційні моделі, які в сфері економіки експлуатації автомобільних доріг ще не розроблені.

Аналіз останніх досліджень. Імітаційне моделювання - це метод дослідження, при якому досліджувана система замінюється моделлю, що з достатньою точністю описує реальну систему. З нею проводяться експерименти з метою отримання необхідної інформації. Експериментування з моделлю називають імітацією (імітація - це збагнення суті явища, не вдаючись до експериментів на реальному об'єкті). Моделі і методи імітаційного моделювання набули поширення у другій половині ХХ сторіччя. Теоретичні основи імітаційного моделювання були закладені в роботах багатьох вчених, наприклад, М.П.Бусленко, І.М. Коваленко, Д. Форрестер, Д. Гордон, Р. Шеннон, в економічних дослідженнях – Т. Нейлор, Д.Б. Хертц, Р. Брейлі, С. Майєрс, В.С. Жаров та інших. В області планування та організації робіт в будівництві, ремонті та утриманні автомобільних доріг слід відмітити роботи з імітаційного моделювання О.П. Каніна [5], які базувались на теорії складних систем М.П. Бусленко. Тим не менш, в сфері економічних досліджень проблем ДПП в експлуатації автомобільних доріг імітаційні моделі ще не розроблені.

Мета статті полягає в розробці концептуальних передумов імітаційного моделювання процесу виконання контракту ДПП в експлуатації автомобільних доріг.

Виклад основного матеріалу. Споживчі властивості дороги – це сукупність її транспортно-експлуатаційних показників, які безпосередньо впливають на ефективність і безпеку роботи автомобільного транспорту. Вони відображують інтереси користувачів доріг і вплив на навколишнє середовище: швидкість, безперервність, безпеку і зручність руху, пропускну здатність і рівень завантаження рухом; здатність пропускати автомобілі з дозволеними для руху осьовими навантаженнями, загальною масою і габаритами, а також

екологічну безпеку. Транспортно-експлуатаційний стан дороги (ТЕС) – це комплекс фактичних значень параметрів і характеристик технічного рівня і експлуатаційного стану на поточний момент, які забезпечують її споживчі властивості та якість дороги - ступінь відповідності комплексу показників технічного рівня, експлуатаційного стану, інженерного обладнання та облаштування, а також рівня утримання нормативним вимогам.

Споживчі властивості дороги задовольняються тим краще, чим вище ТЕС, однак підтримка ТЕС на високому рівні вимагає більших витрат фінансових ресурсів, які, звісно, завжди обмежені. Таким чином, маємо задачу оптимізації: при збільшенні витрат на утримання дороги покращується її ТЕС та зменшуються витрати користувачів дороги і навпаки

$$B(S) = B_T(S) + B_D(S) \Rightarrow \min, \quad (1)$$

де S – стан дороги;

B_T – транспортні витрати;

B_D – дорожні витрати, $B_D \leq \Phi$.

Дорожні витрати обмежені можливістю Φ держави (в особі державної дорожньої служби) фінансувати підтримку дороги в найвищому стані, тому в контракті ДПП слід обумовити такий плановий стан дороги S , який забезпечує умову $B_D \leq \Phi$. Отже в імітаційній моделі, перш за все, потрібно прогнозувати стан дороги.

Стан дороги S формується дією трьох головних процесів:

1) зміною інтенсивності дорожнього руху, яка зумовлює зміну показника завантаження дороги рухом і може призвести до необхідності реконструкції дороги, а також впливає на знос дороги;

2) деградації властивостей елементів доріг під впливом повторюваного транспортного навантаження, природних, техногенних та антропогенних факторів, внутрішніх чинників;

3) виконання робіт з реконструкції, ремонту та утримання дороги. Цей процес уявляє собою управління станом дороги.

Моделювання змін середньорічної середньодобової інтенсивності руху уявляє собою складну задачу, тому що не можна на основі дуже коротких рядів спостереження інтенсивності руху, які фактично мають місце для більшості доріг України, виконати статистично значимий прогноз на багато років вперед. На наш погляд, більш адекватною для прогнозування інтенсивності руху може бути методика, запропонована в роботі [6].

Сутність методики полягає у визначенні ймовірної кількості автотранспортних засобів, що здійснюють поїздки між парами кореспондуючих

населених пунктів розглянутої території, кореспонденції між якими є значимими. При цьому розрахунок інтенсивності руху зводиться до формування потоків наявного або перспективного парку автотransпортних засобів на відповідній мережі автомобільних доріг. Ця методика базується на так званій «гравітаційній моделі», де інтенсивність руху визначається через кількість населення зони тяготіння дороги, рівень насичення території автомобілями, відстань між населеними пунктами, швидкість руху та інші параметри. В такій моделі потрібно прогнозувати чисельність населення та рівень насичення території автомобілями, статистика яких значно більша ніж статистика спостережень інтенсивності руху. Моделювання може здійснюватись за допомогою апарату нечітких нейронних мереж.

Деградація стану доріг може моделюватись виходячи з наступних міркувань. Мережа автомобільних доріг уявляє собою ієрархічну систему (рис. 1).

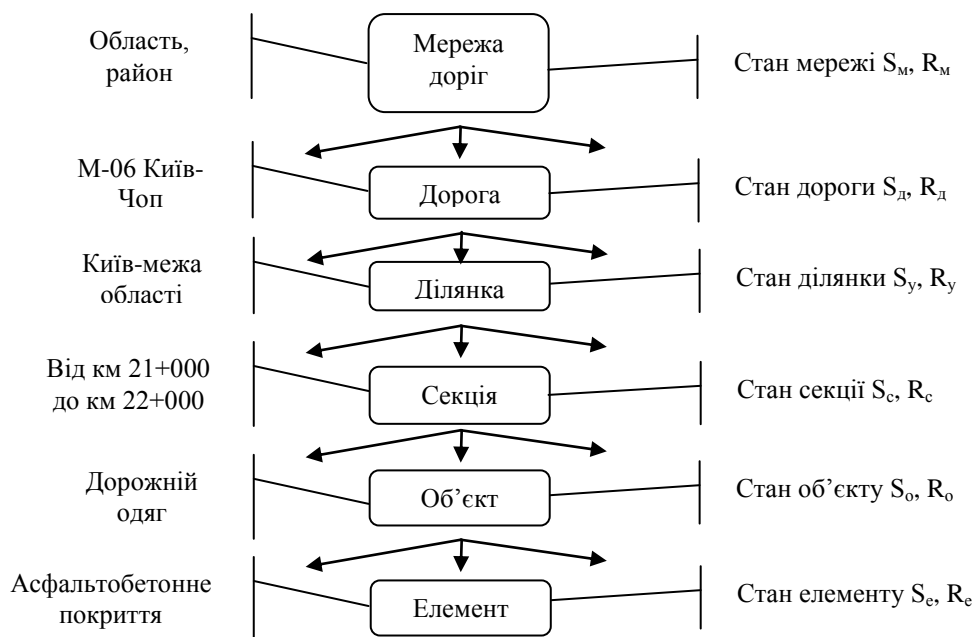


Рис. 1 Мережа доріг як ієрархічна система

Стан мережі визначається узагальненням стану елементів доріг з урахуванням їх важливості та інтенсивності руху на окремих ділянках доріг. Кожний елемент дороги протягом життєвого циклу (до заміни) перебуває послідовно в одному з n експлуатаційних станів, які характеризуються інтервалами рейтингу, наприклад, за 100-бальною шкалою. Рейтинг стану елемента дороги в балах визначається на основі спостережених рівня серйозності і рівня розповсюдження пошкоджень елемента. Час перебування елемента в певному експлуатаційному стані – випадкова величина, що

залежить від факторів, які обумовлюють процес деградації елементу, або від виконання ремонтних робіт. Припускається, що різні за структурою та вартістю ремонтні роботи здійснюються (або не здійснюються) в залежності від номеру стану, а після ремонту стан елементу дорівнює 1, тобто найкращий. Граф переходів елементу показано на рис. 2.

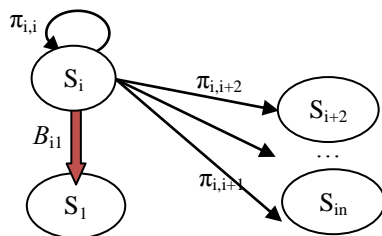


Рис. 2 Граф переходів стану елементу. π_{ij} – імовірність переходу з i -го стану до j -го стану, B_{i1} – витрати на ремонт та штрафи: $B_{21} < B_{31} < \dots < B_{n1}$

Витрати, пов'язані з ремонтом дороги:

$$B_d = B_p + B_{ш}, \quad (2)$$

де B_p – вартість ремонту;

$B_{ш}$ – вартість штрафів за несвоєчасне приведення стану елементу до обумовленого в контракті.

Модель деградації елемента, тобто перехід із одного експлуатаційного стану в інший – це стохастичний процес з простором станів $S(t_n) = \{1, 2, 3, 4, 5\}$. Стан $S(t_{n+1})$ в момент часу t_{n+1} залежить тільки від $S(t_n)$ і не залежить від передісторії процесу. Перехідні імовірності π_{ij} повинні визначатись експертною процедурою як нечіткі імовірності, тому що на сьогодні відсутні статистичні дані про такі імовірності.

Імітація зміни стану елементу здійснюється з механізмом системного часу « Δt » [7]. Час моделювання T розбивається на N інтервалів тривалістю Δt (один рік).

Алгоритм моделювання змін стану елементу в інтервалі часу T включає такі кроки:

- 1) задається початковий стан S_i на початку системного часу;
- 2) наращується системний час $t_{i+1} = t_i + \Delta t$. Якщо $i+1 > N$, то перехід до кроку 5;
- 3) методом Монте-Карло за допомогою нечітких перехідних імовірностей визначається наступний стан елементу S_{i+1} та розігрується можливість катастрофічної події - в цьому випадку елемент переходить в стан S_n ;
- 4) перевіряється чи потрібний ремонт елементу, притаманний стану S_{i+1} . Якщо потрібний, то фіксуються витрати на ремонт, стан елементу

встановлюється S1 і здійснюється перехід до кроку 2, інакше перехід до кроку 2;

5) обробка і фіксація результату прогону моделі.

Для коректної статистичної обробки здійснюється потрібна кількість прогонів, тому що один прогон моделі – один результат спостереження. В результаті статистичної обробки результатів моделювання будується інтегральна функція розподілу рейтингу елементу, яка залежить від вибраної стратегії утримання елементу дороги, та можуть бути обчислені різні статистичні параметри.

Витрати на ремонт і утримання доріг здійснюються в різні періоди часу, тому для порівняння варіантів рішень, подібно інвестиційним проектам, потрібно обчислювати приведені витрати з використанням процедури дисконтування, маючи на увазі, що метод чистої приведеної вартості має недоліки, які проявляються при оцінці довгострокових проектів [8].

Висновки. Імітаційна модель – найбільш реальний інструмент оцінки витрат на реконструкцію, ремонти та утримання автомобільних доріг в умовах невизначеності. Для її реалізації потрібна розробка, перш за все, нечіткої нейронної моделі прогнозування інтенсивності руху та процедур експертного визначення перехідних імовірностей на основі теорії нечітких множин.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Содержание и улучшение дорожной инфраструктуры с помощью контрактов, основанных на показателях качества работ / Н. Станкевич, Н. Кюреши, Ц. Кейроз // Транспортный бюллетень TN-27. – Вашингтон (США): Всемирный банк. – Сентябрь, 2005. – 14 с.*
2. *Черниговский М. Контракты жизненного цикла: правовая природа и перспективы использования в рамках ГЧП-проектов в России. // Корпоративный юрист, № 5, 2009.- с.14-18.*
3. *Implementing Performance-based Road Management and Maintenance Contracts in Developing Countries - An Instrument of German Technical Cooperation – By Dr. Gunter Zietlow. Eschborn, November 2004. - 19 с.*
4. *Вітлінський В. В. Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком / В. В. Вітлінський, П. І. Верченко. – К. : КНЕУ, 2000. – 292 с.*
5. *Канин А.П. Моделирование производственных процессов строительства и ремонта автомобильных дорог / Карай Н.А. – М.: Транспорт, 1990. – 120 с.*
6. *Руководство по прогнозированию интенсивности движения на автомобильных дорогах. ОДМ ОАО "ГИПРОДОРНИИ"М.: 2003. - 70 с.*
7. *Taha, Хемеди А. Введение в исследование операций, 7-е издание.: Пер. С англ.-М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 912 с.*
8. *Галасюк Валерий, Сорока Мария, Галасюк Виктор. Понятие экономического риска в контексте концепции ССФ//Вестник бухгалтера и аудитора Украины.- 2002.-№15-16.- С.26-34.*