

3. Камлик М.І. Економічна безпека підприємницької діяльності. Економіко-правовий аспект : навч. посіб. / М.І. Камлик. – К. : Атіка, 2005. – 432 с.
4. Ковалев Д. Экономическая безопасность предприятия / Д. Ковалев, Т. Сухорукова // Экономика Украины. – 1998. – № 10. – С. 48-52
5. Могильный А.И. Основы безопасности бизнеса / А.И. Могильный, В.Н. Бесчастный, Ю.О. Винокуров. – Донецк: Регион, 2000. – 130 с.
6. Ніколаюк С.І. Безпека суб'єктів підприємницької діяльності : курс лекцій / С.І. Ніколаюк, Д.Й. Никифорчук. – К. : КНТ, 2005. – 320 с.

**Маковська Ю.А.**

*асистент,*

*Науковий керівник: Соколова Н.М.*

*кандидат економічних наук, доцент,*

*Національний транспортний університет*

## **МОДЕЛЮВАННЯ ДОВГОСТРОКОВОГО КОНТРАКТУ НА УТРИМАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ**

Запровадження контрактів тривалого строку дії на утримання автомобільних доріг, їх оцінка системою кількісних показників-індикаторів, що відображують досягнуті рівні споживчих якостей – рівні обслуговування, є одним з напрямів Плану заходів щодо реалізації Концепції реформування системи державного управління автомобільними дорогами загального користування (п. 8) [1]. На виконання цього плану в Національному транспортному університеті були виконані дослідження і розроблені методичні рекомендації [2] щодо впровадження довгострокових контрактів на основі кінцевих показників якості обслуговування доріг (ДККП).

Теоретичні засади контрактів, що орієнтовані на оцінку по кінцевим експлуатаційним показникам, в економічних дослідженнях розглядаються з позицій теорії агентства, теорії контрактів і теорії трансакційних витрат [3]. Теорія агентства намагається пояснити взаємозв'язок, за яким одна сторона (принципал – замовник) делегує певні завдання іншій стороні (агенту – підряднику), і як цей взаємозв'язок регулюється контрактом [3]. Стимули підряднику надаються платіжною системою, заснованою на встановлених рівнях експлуатаційних показників стану елементів доріг – рівнях обслуговування. Замовник не вимірює безпосередньо зусилля підрядника у наданні послуг, а робить це тільки за допомогою цих показників, які

можуть спостерігатися і перевірятися замовником. Розбіжності між зусиллям підрядника і ефективністю результатів породжують інформаційну асиметрію і призводять до морального ризику. Система стимулів для підрядника повинна забезпечувати оплату залежно від досягнутого рівня експлуатаційних показників.

Суспільні вигоди, одержувані від експлуатації дороги, можуть бути виміряні за допомогою ряду показників [3]. Досягнутий рівень експлуатаційного показника  $q_i$  зв'язаний з зусиллями  $e_i$  підрядника, які мають випадкову складову  $\varepsilon_i$ :  $q_i = e_i + \varepsilon_i$ . Значення  $\varepsilon_i$  залежать не тільки від зусиль  $e_i$ , але й від інших непередбачуваних факторів, тобто підрядник діє в умовах ризику. Передбачається, що підрядник – не нейтральний до ризику. Ризик замовника диверсифікований за рахунок великої кількості проектів, за які він несе відповідальність, що робить його ризик-нейтральним.

Підрядник виконує функції управління дорогами з витратами:

$$C = C_0 + \sum_{i=1}^n \psi_i(e_i), \quad (1)$$

де  $C$  – вартість послуг підрядника;  $C_0$  – фіксована вартість необхідних початкових інвестицій для надання послуг;  $\psi_i(e_i)$  – функція витрат підрядника залежна від зусиль.

Підрядник отримує кожного місяця однакову суму від замовника, яка залежить від рівня якості  $q_i$ . Очікуване значення функції корисності підрядника  $U_r$ :

$$U_r = \alpha + \sum_{i=1}^n (\beta_i \cdot e_i) - C - r \cdot \sigma_i^2, \quad (2)$$

де  $\sigma_i^2$  – дисперсія доходу, отриманого підрядником;  $\alpha$ , і  $\beta_i$  – фіксовані параметри, встановлені в контракті;  $C$  – вартість послуг підрядника;  $r$  – параметр відношення підрядника до ризику.

Функція суспільного добробуту  $W_s$ , яка максимізується [3, с. 471]:

$$W_s = S_0 + \sum_{i=1}^n (a_i \cdot e_i) - (1 + \lambda) \cdot [C_0 + \sum_{i=1}^n \psi_i(e_i) + r \sum_{i=1}^n (\beta_i^2 \cdot \sigma_i^2)] - \lambda \cdot U_r, \quad (3)$$

де  $\lambda$  – параметр, який характеризує податкову систему країни,  $\lambda > 0$ .

Аналіз розглянутої моделі дозволяє виділити наступні суттєві зауваження: суспільні вигоди частіше змінюються нелінійно; випадкові змінні  $\varepsilon_i$  не обов'язково мають нормальний розподіл; функції  $\psi_i(e_i)$  не бувають монотонними, гладкими, випуклими і не мають потрібної кількості похідних (до третьої включно). Подолати ці недоліки аналітичного підходу, базованих на диференціальних рівняннях в частинних похідних, можна шляхом використання імітаційної моделі, запропонованої авторами [4].

При розробці математичної схеми моделі контракту автори виходили з того, що стан елементів дороги і залежні від нього суспільні вигоди, одержувані від експлуатації дороги, є результатом взаємообумовлених дій двох протилежних процесів – процесу деградації елементів і процесу відновлення їх стану. Ці процеси повинні бути взаємоузгодженими в просторі і в часі; вважається, що дефекти елементів доріг по різному впливають на збереження доріг, тому мають різні пріоритети при їх ліквідації; певні дефекти впливають на імовірність виникнення і швидкість розвитку інших дефектів тощо. Є багато варіантів відновлення стану елементів дороги, значить існує оптимальний за критерієм  $W_s$  (3) варіант. Однак, приймаючи до уваги імовірнісний характер процесів деградації і відновлення, обмеження на їх здійснення, комбінаторний характер задачі оптимізації, можна стверджувати про вибір варіанту відновлення за принципом обмеженої раціональності.

Недостатній рівень фінансування утримання доріг призводить до скорочення фактичних міжремонтних строків періодичних поточних середніх і капітальних ремонтів доріг, а значить до зростання вартості і скорочення тривалості життєвого циклу елементів доріг і зменшення зовнішніх соціально-економічних вигід. Процеси деградації і відновлення слід розглядати як складні динамічні випадкові процеси, аналітичний опис яких за допомогою диференціальних рівнянь не може бути адекватним їх природі і параметрам. Результати сумісної дії процесів деградації і відновлення повинні розглядатись крізь призму імовірнісних розподілень і бути оцінені як ризиковані.

В якості моделі деградації дорожнього покриття в Україні використовуються механіко-емпіричні моделі, а для мостів марковський випадковий процес з дискретними станами і неперервним часом. Проте, ці моделі значною мірою узагальнені відносно конкретних дефектів елементів доріг, які є предметом утримання доріг. В специфікаціях контрактів ДККП дефекти більш деталізовані. Вони характеризуються: видом, рівнем серйозності, рівнем розповсюдження, регламентованим часом ліквідації і штрафом (в балах) за перевищення часу ліквідації. Саме ці параметри є керованими змінними (аргументами) функції добробуту  $W_s$  (3) в запропонованій нами імітаційній моделі.

В якості математичної схеми пропонується використати уніфіковану абстрактну схему агрегативної системи (А-системи) [5, с. 137-142]. Введення уніфікованої абстрактної схеми дозволяє одноманітно описувати всі елементи системи (дискретні, неперервні, детерміністичні, стохастичні) і має суттєве значення в моделюванні складних систем. Центральним в агрегативній системі є поняття агрегату. Агрегат, як

перетворювач інформації, – це об’єкт, який має внутрішній стан, отримує управляючі та вхідні сигнали і видає вихідні сигнали.

Кожній вимозі на ліквідацію дефекту, заданій в специфікаціях ДККП, ставиться у відповідність агрегат, який моделює момент виникнення дефекту, час до моменту виявлення, час між моментом виявлення і початком ліквідації, час на ліквідацію. Час на ліквідацію залежить від кількості виділених трудових і технічних ресурсів, або ж ця кількість визначається регламентованим часом на ліквідацію дефекту. В загальному випадку, наведені інтервали часу як випадкові величини розподіляються за певним імовірнісним законом. Спосіб їх моделювання запропонований авторами в статті [4]. Взаємний вплив дефектів моделюється набором агрегатів: А-системою.

Алгоритм імітації полягає у послідовній реалізації операторів переходів і виходів і накопиченні прирощень функціоналів  $U_r$  (2) і  $W_s$  (3). Комп’ютерна програма, яка реалізує запропоновану імітаційну модель, є складовою частиною Інформаційно-аналітичної системи управління довгостроковими контрактами на основі рівнів обслуговування доріг [6].

#### Список використаних джерел:

1. Деякі питання реформування системи державного управління автомобільними дорогами загального користування [Електронний ресурс] / Розпорядження Кабінету міністрів України від 31 березня 2015 р. № 432-р. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/432-2015-%D1%80>.

2. МР В.3.2-02070915-844:2014 «Методичні рекомендації з управління станом автомобільних доріг на основі довгострокових контрактів з поточного дрібного ремонту та утримання доріг за показником рівня їх обслуговування» / Канін О.П., Соколова Н.М., Харченко А.М., Шпиг А.Ю., Маковська Ю.А., Шкарівська Н.Ю. // Укравтодор. К.: 2014.

3. Soliño A. S. Optimizing performance-based mechanisms in road anagement: an agency theory approach. EJTIR 15(4), 2015, – pp. 465-481. Avaliable at: [http://www.tbm.tudelft.nl/fileadmin/Faculiteit/TBM/Onderzoek/EJTIR/Back\\_issues/15.4/2015\\_04\\_04.pdf](http://www.tbm.tudelft.nl/fileadmin/Faculiteit/TBM/Onderzoek/EJTIR/Back_issues/15.4/2015_04_04.pdf). (Accessed 07 May 2016).

4. Соколова Н.М. Імітаційна модель обґрунтування ціни довгострокового контракту з утримання автомобільних доріг [Електронний ресурс] / Н.М. Соколова, Ю.А. Маковська // Ефективна економіка, № 6, 2016. – Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5037>.

5. Бусленко Н.П. Лекции по теории сложных систем [Текст] / Н.П. Бусленко, В.В. Калашников, И.Н. Коваленко. – М.: Изд-во «Советское радио», 1973. – 440 с.

6. Канін О.П. Інформаційно-аналітична система управління довгостроковими контрактами на основі рівнів обслуговування доріг / О.П. Канін // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. – Вип. 94. – С. 112-123.