

## РЕФЕРАТ

Соколова Н.М, Шкаровская Н.Ю. Особенности контрактной системы в дорожной отрасли. // Вестник НТУ. – К.: НТУ. – 2012. – Вып. 26.

В статье рассматривается мировой опыт по внедрению контрактов в дорожном строительстве, мотивирующие бизнес на предоставление качественных услуг в области дорожного строительства, в том числе ремонта и эксплуатации в течение всего жизненного цикла инфраструктурного транспортного объекта при этом оптимизируя риски и распределяя финансовые обязательства течение всего периода контракта.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОЕ ПАРТНЕРСТВО, КОНТРАКТЫ, КОНТРАКТЫ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА, КОНЦЕССИЯ, АВТОМОБИЛЬНАЯ ДОРОГА, ДОРОЖНАЯ ОТРАСЛЬ.

УДК 625.7/8:338

### ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ РИЗИКІВ В УПРАВЛІННІ ПРОЕКТАМИ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Татусь В.В.

Постановка проблеми. Проекти автомобільних доріг відносяться до інфраструктурних інвестиційних проектів, які характеризуються значною вартістю та тривалістю. Вони здійснюються в умовах невизначеності майбутніх природних, технічних, політичних, соціальних та економічних параметрів, тобто ризиковані по самій своїй сутності. Економічні і соціальні втрати від недостатньої уваги проблемі впливу негативних подій в процесі реалізації проектів автомобільних доріг можуть бути значними. 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 прогнозування і мінімізації ризиків.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В літературі з управління проектами механізм управління ризиками почав розглядатись у середині 1980-х років. Сформувався процес управління ризиками, який складався з ідентифікації ризиків, оцінки ризиків, реагування на ризики і контролю. Основою управління ризиками був аналіз можливості фінансових та часових втрат. Широке впровадження отримали діаграми впливів, контрольні списки ризиків та анкетні опитування, методи реагування на ситуації ризику, а також важливі принципи розподілення ризиків в будівельних контрактах. В 1990-х роках відбулась трансформація у бік розуміння значущості самого процесу управління ризиками, а не тільки кількісного аналізу ризиків. Процес управління ризиками та його інтеграція в процес управління проектами є основою подальшого розвитку механізму управління ризиками. Наприкінці 1990-х років були створені нові методики управління ризиками, які ґрунтувались на досвіді реалізації минулих проектів і досвіді зниження ступеню дії несприятливих подій до прийнятного рівня, розроблені стандарти з управління ризиками проектів [1].

Аналіз сучасних досліджень показує, що в будівництві, реконструкції, капітальному ремонті автомобільних доріг в різних країнах світу все активніше використовуються сучасні методи ризик-менеджменту [2,3,4], проте в дорожньому господарстві України вони ще не знайшли широкого застосування з-за відсутності відповідного практичного інструментарію прогнозування і оцінки ризиків.

Постановка завдання. Викласти результати створення моделі прогнозування та оцінки ризиків проектів автомобільних доріг і намітити перспективний напрямок розробки алгоритму їх мінімізації на етапі планування як однієї з функцій управління ризиків проектів.

Виклад основного матеріалу. З метою моделювання ризиків і мінімізації їх негативного впливу фази проекту автомобільної дороги доцільно розділити на дві частини:

- 1) стадію техніко-економічного обґрунтування, вишукувань і проектування, узгоджень і відводу земель та будівництва (реконструкції) дороги;
- 2) стадію експлуатації дороги.

Необхідність такого розділення спричинена відмінністю функцій цілей проекту на стадії будівництва і експлуатації дороги, характером фаз життєвого циклу продукту проекту, відповідно і мето-

дів їх моделювання. Дійсно, на стадії будівництва переважають цілі здійснення проекту в певний період з певною вартістю робіт. Тут важливий зміст і масштаб проекту, склад і послідовність робіт, вплив випадкових факторів на тривалість і вартість окремих робіт і проект в цілому.

На стадії експлуатації дороги важливе забезпечення споживчих якостей дороги, які реалізуються через її техніко-експлуатаційні показники (міцність дорожнього одягу, рівність та зчеплення покриття, екологічний вплив тощо), тому в основу моделювання ризиків потрібно покласти моделі прогнозування інтенсивності та складу руху, моделі деградації стану дороги, застосувати критерій мінімізації дорожньо-транспортних витрат (звісно, з урахуванням вартості всіх фаз проекту) тощо.

Це поділення обумовлює необхідність розробки двох видів моделей мінімізації ризиків: моделі мінімізації негативного впливу ризиків на стадії будівництва (і всіх попередніх фаз); моделі мінімізації ризиків на стадії експлуатації автомобільної дороги.

В обох моделях отримані результати моделювання мають характер неперервних випадкових величин і описуються гістограмами щільності розподілу та інтегральної функції. Відмінність цих оцінок розподілів для розглянутих альтернатив управління проектом є основою для вибору найкращої з них.

Моделювання випадкових величин ґрунтується на експертних оцінках законів розподілення цих випадкових величин, що пояснюється відсутністю на сьогодні відповідних баз даних про здійснення проектів автомобільних доріг та принциповою відмінністю умов здійснення проектів в майбутньому, яка спричинюється неконтрольованими і такими, що не відтворюються раз за разом, змінами ринкового середовища, впливом науково-технічного прогресу, внутрішніми та зовнішніми макроекономічними обставинами. Експерт розглядається як «інструмент» або «прилад», в пам'яті якого накопичені певні уявлення та моделі про досліджувані величини та процеси.

Для моделювання неперервних випадкових величин в моделях мінімізації ризиків прийнято схему, наведену в табл. 1 [5].

Таблиця 1. – Дані для моделювання неперервних випадкових величин

Множник (M) – коефіцієнт впливу			Гістограма (G) розподілу впливу					
Мінімум	Максимум	Імовірний	1	2	p3	p4	p5	$\sum p_i = 1$

Моделювання значення конкретної реалізації випадкової величини  $\xi$  здійснюється методом Монте-Карло шляхом перемноження базового значення досліджуваного параметра на випадкову реалізацію множника M, який визначається за допомогою гістограми G:

$$\xi = M(G(R)), \quad (1)$$

де R – рівномірно розподілене в інтервалі від 0 до 1 випадкове число.

Наприклад, маємо базову тривалість роботи  $T_0$ , тоді модельоване значення буде  $T_{mod} \cdot \xi$ . Кількість інтервалів гістограми G може бути зменшена.

В якості результатів моделювання використовуються гістограма частот щільності розподілу досліджуваної величини, наприклад, тривалості або вартості проекту, та інтегральної функції розподілу, а також середнє значення, середньоквадратичне відхилення та коефіцієнт варіації.

Можливі стратегії управління ризиками включають [2,3]: стратегію запобігання ризику; стратегію передачі ризику; стратегію зменшення ризику; стратегію прийняття ризику.

Стратегія запобігання ризику базується на діях, які усувають певні загрози проекту Деяких ризиків, які виникають в самому початку проекту, можна уникнути шляхом уточнення вимог, отримання інформації, поліпшення комунікації, або проведення додаткової експертизи. Можливі два види дій: усунути причину ризику; виконати проект іншим шляхом.

Стратегія передачі ризику або загроз не усуває його, загроза існує, тільки змінюється власник ризику і він управляється іншою організацією. Передача ризику – ефективний засіб боротьби з фінансовими ризиками. Передача ризиків проекту майже завжди передбачає виплату премії за ризик приймачій стороні, наприклад, страхування, гарантії тощо. Мета полягає в тому, щоб гарантувати, що ризик управляється іншою стороною краще, і яка в змозі впоратися з ним ефективно.

Стратегія пом'якшення ризику передбачає зменшення ймовірності та / або наслідків несприятливих подій до прийнятного порогу. Пом'якшення наслідків може включати: прийняття менш складних процесів; проведення кількох тестів та / або польових досліджень; розробки прототипу; заходи щодо усунення впливу, такі як проектування надмірності в підсистемах, що може зменшити вплив

відмови системи. Стратегія пом'якшення використовується найбільш часто, тому що кількість загроз, які можуть бути усунені шляхом запобігання або передачі обмежена.

Стратегія прийняття ризику відноситься до ризиків, які залишаються після відповідних дій або для яких відповідні дії економічно не ефективні. Неконтрольовані ризики (практично без відповідних дій) також приймаються.

Таким чином, при ідентифікації ризиків потрібно вказувати стратегію управління кожним ризиком, передбачаючи у необхідних випадках резерв на запобігання їх негативного впливу. Компроміс між вартістю негативних наслідків здійснення негативних ризикових подій і вартістю резервів визначає задачу оптимізації ризиків.

В якості апарату моделювання застосована імітаційна модель [6]. Вихідні дані моделі включають: список ризиків і визначення їх атрибутів (параметрів); перелік робіт та їх параметри; взаємозалежність робіт; списки ризиків, які впливають на кожну роботу і резерв на їх усунення або пом'якшення.

Опис ризику включає наступні атрибути: 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; ймовірне значення множника (коефіцієнта) збільшення тривалості робіт; гістограма 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; ймовірне значення множника (коефіцієнта) збільшення вартості робіт; гістограма оцінки розподілення величини множника збільшення вартості робіт.

Опис робіт, які потрібно виконати для здійснення проекту, включає атрибути: 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).

Окрім того, задаються дата початку проекту, ставка дисконту, кількість прогонів імітаційної моделі та інші потрібні параметри моделювання.

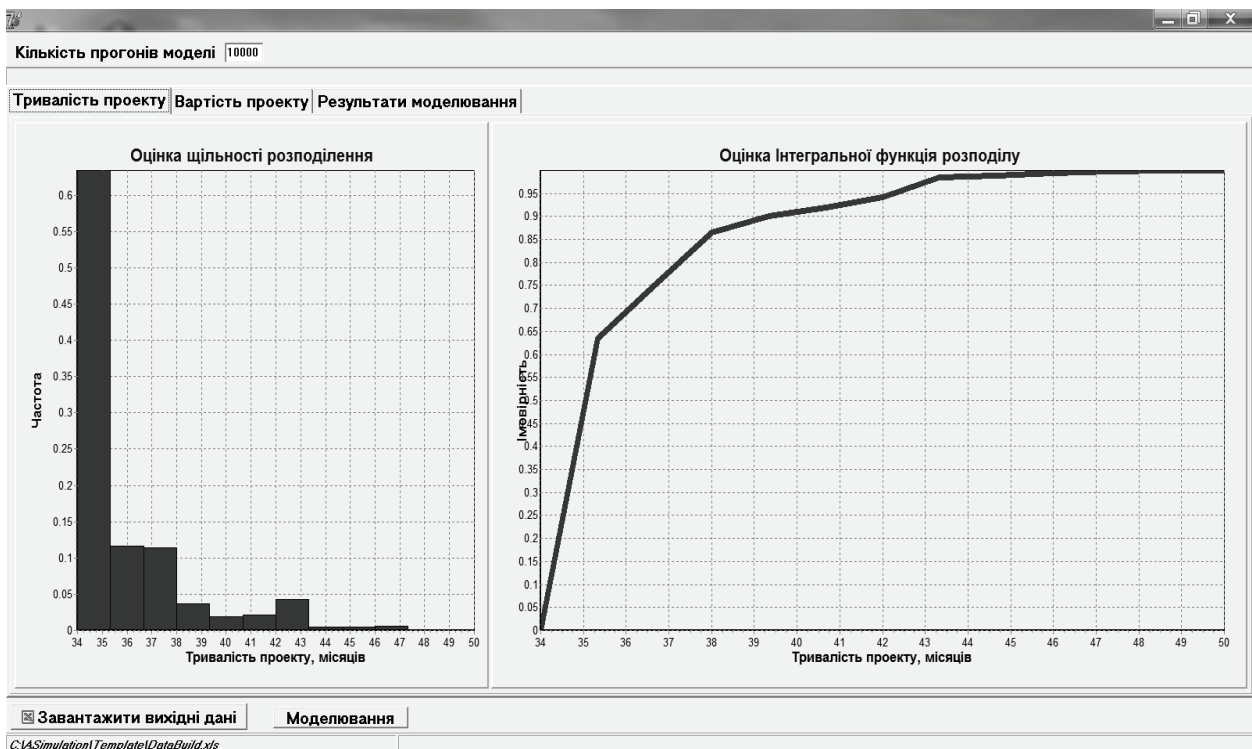


Рисунок 1. – Оцінка розподілення тривалості проекту

Модельна фактична тривалість робіт визначається з таких передумов. Якщо для даного ризику, який впливає на тривалість робіт, прийнято стратегію усунення ризику і виділено достатній для запобігання затримки резерв, то вважається, що тривалість роботи дорівнює базовій.

Здороження вартості роботи за рахунок збільшення її тривалості обчислюється за формулою:

$$\Delta C = \sum_{i=1}^{i=N} (T_{ki} - T_n - T_0) \times C_3, \quad (2)$$

де  $i$  – номер випадкової події (ризик);  $N$  – кількість подій;  $T_{ki}$  – момент закінчення роботи за умови впливу  $i$ -ї події;  $T_n$  – момент початку роботи;  $T_0$  – базова тривалість роботи;  $C_3$  – вартість затримки роботи на одиницю часу.

Імітації був реалізований у вигляді комп'ютерної програми. Результати імітації для умовних вихідних даних наведені на рис. 1, 2.

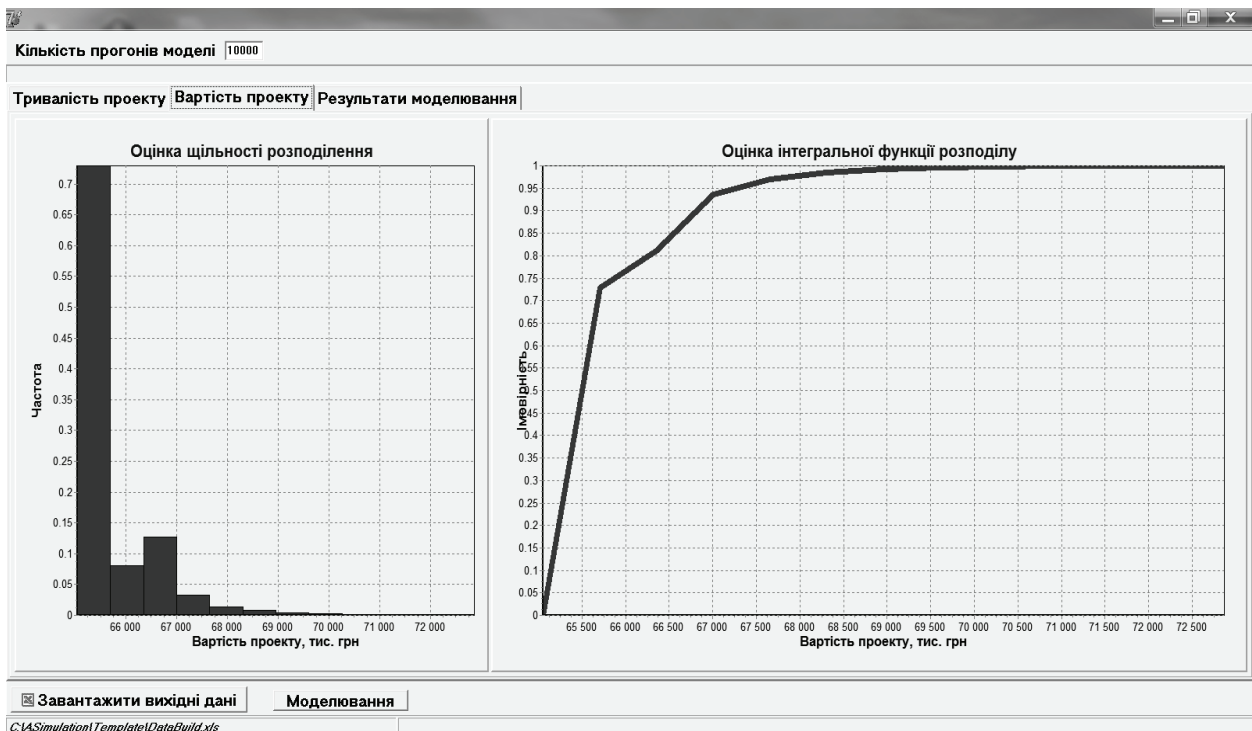


Рисунок 2. – Оцінка розподілення вартості проекту

Висновок. Запропонована імітаційна модель і комп'ютерна програма дозволяють оцінити майбутні ризики проектів автомобільних доріг. В подальшому на їх основі може бути запропонована оптимізаційно-імітаційна модель для обґрунтуванню оптимальних рішень по створенню резервів, необхідних для пом'якшення негативного впливу ризиків. В основу методу оптимізації доцільно покласти спеціально розроблений генетичний алгоритм.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Руководство к своду знаний по управлению проектами / (Руководство PMBOK®)— Четвертое издание, 2008. – 496 с.
2. Project Risk Management. Guidance for WSDOT Projects / Washington State Department of Transportation's (WSDOT), July 2010. – 96 p.
3. Risk Management Guidelines. Managing project costs through identification and management of risks / Montana MDT department of Transport, Draft, September 2010. – 65 p.
4. Пингасов Д. В. Совершенствование методов оценки рисков при управлении качеством реализации проектов автомобильных дорог: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.22.11 / Пингасов Д. В.. – Новосибирск – 2012. – 24 с.
5. Integrated Risk Assessment: A Case Study / Barney B. Roberts, Ronald C. Winterlin, Prepared for the 6th Annual International Symposium of the International Council on Systems Engineering Boston, Massachusetts, July 7 – 11, 1996. – 12 p.

6. Татусь В.В., Концептуальна схема імітаційної моделі мінімізації ризиків в управлінні проектами автомобільних доріг / Автомобільні дороги і дорожнє будівництво, науково-технічний збірник, вип. 82, Київ, НТУ, 2011. – с. 114 – 120.

#### РЕФЕРАТ

Татусь В.В. Імітаційна модель оцінки ризиків в управлінні проектами автомобільних доріг / Вадим Вікторович Татусь // Вісник НТУ. – К.: НТУ. – 2012. – Вип. 26.

В статті розглядається проблема управління ризиками проектів автомобільних доріг.

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

Мета роботи розробка імітаційної моделі і комп'ютерної програми оцінки ризиків проектів автомобільних доріг.

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

Розглянутий сучасний стан теорії ризик-менеджменту в управлінні проектами, виділені чотири види стратегій: запобігання ризику; передачі ризику; зменшення ризику; прийняття ризику. Викладені особливості застосування цих стратегій в мінімізації негативного впливу ризиків. 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 – застосувати імітаційну модель з імітацією випадкових подій і величин методом Монте-Карло та оптимізацію на основі генетичних алгоритмів.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ПРОЕКТНИЙ РИЗИК, СТРАТЕГІЇ ПОМ'ЯКШЕННЯ РИЗИКУ, ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ, КОМП'ЮТЕРНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ.

#### ABSTRACT

Tatus V.V. The simulation model of risk assessment in project management of highways / Vadim Victorovich Tatus // Visnyk NTU. – K.: NTU – 2012. – Vol. 26.

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 simulation model and a computer program risk assessment project roads.

Research method – system analysis, simulation and computer numerical experiment.

The current state of the theory of risk management in project management has been considered. Identified four types of risk response strategies: avoid, transfer, mitigate and accept. The singularities of the application of these strategies to minimize the negative impact of risks. 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.

Forecast assumptions about the object of study – apply a simulation model with simulated random events and values of Monte Carlo and optimization based on genetic algorithms.

**KEYWORDS:** PROJECT RISK RISK MITIGATION STRATEGIES, SIMULATION MODEL, COMPUTER EXPERIMENTS.

#### РЕФЕРАТ

Татусь В.В. Имитационная модель оценки рисков в управлении проектами автомобильных дорог / Вадим Викторович Татусь // Вестник НТУ. – К.: НТУ. – 2012. – Вып. 26.

В статье рассматривается проблема управления рисками проектов автомобильных дорог.

Объект исследования – метод оценки рисков проектов строительства, реконструкции и капитального ремонта автомобильных дорог.

Цель работы разработка имитационной модели и компьютерной программы оценки рисков проектов автомобильных дорог.

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

Рассмотрено современное состояние теории риск-менеджмента в управлении проектами, выделены четыре вида стратегий: предотвращение риска; передачи риска, уменьшение риска, принятие риска. Изложены особенности применения этих стратегий в минимизации негативного влияния рисков. Показано, как учитывается увеличение стоимости работы за счет увеличения ее длительности. Приведенные исходные данные, необходимые для моделирования рисков, а также результаты моделирования для условного примера.

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования – применить имитационную модель с имитацией случайных событий и величин методом Монте-Карло и оптимизацию на основе генетических алгоритмов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ПРОЕКТНЫЕ РИСКИ, СТРАТЕГИИ СМЯГЧЕНИЯ РИСКОВ, ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ, КОМПЬЮТЕРНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ.

УДК 625.7/.8

## ДО ЗАСТОСУВАННЯ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ ПРОЕКТУВАННЯ РІЧНОЇ ПРОГРАМИ РОБІТ В ДОРОЖНЬО-РЕМОНТНИХ ОРГАНІЗАЦІЯХ

Харченко А.М., кандидат технічних наук

Постановка проблеми. У сучасних умовах проблема забезпечення належного стану автомобільних доріг, а звідси й безпеки дорожнього руху, розглядаються як складові національної безпеки України в цілому. Проте транспортно-експлуатаційний стан переважної більшості автомобільних доріг загального користування згідно даних Державної агенції автомобільних доріг України (Укравтодор) не відповідає сучасним вимогам і потребує поліпшення з урахуванням соціально-економічних потреб держави [1]. Тому актуальним стає науково-обґрунтоване вирішення задачі проектування річної програми робіт дорожніх організацій, що сприятиме забезпеченню високого рівня транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг та в певній мірі швидкого, комфортного, економічного й безпечного перевезення пасажирів і вантажів, розвитку транзитних перевезень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проведений практичний аналіз системи планування ремонтно-експлуатаційних робіт на діючих підприємствах дорожньої галузі засвідчив, що існують проблеми на рівні оцінки та обґрунтування управлінських рішень щодо прийняття певних ремонтних заходів в межах річної програми дорожньо-ремонтних робіт. Здебільшого це пов'язано з недостатнім інформаційним забезпеченням процесу прийняття управлінських рішень, використанням не комплексного програмного забезпечення щодо опрацювання вихідних даних про стан доріг та їх елементів, неврахуванням можливості виконання альтернативних ремонтних заходів тощо.

Постановка завдання. Метою статті є розкриття підходу щодо практичного застосування експертної системи проектування річної програми дорожньо-ремонтних робіт.

Виклад основного матеріалу.

Річна програма дорожньо-ремонтних робіт складається з переліку та об'ємів робіт, які необхідно виконати в межах року. В свою чергу об'єми ремонтних робіт визначаються ступенем відхилення фактичного стану доріг від нормативного, що характеризує здатність дороги забезпечувати її споживчі якості. Стан дороги з часом під впливом руху, погодно-кліматичних і ґрунтово-гідрологічних чинників та внутрішніх причин (старіння матеріалів) погіршується. Цей процес прийнято називати деградацією.

Експлуатаційний стан дороги можна описати добіркою числових (рейтинг) і лінгвістичних (назва стану та його опис) характеристик. В рамках цієї області дорога чи її окремих елементів залишається протягом частини життєвого циклу – періоду між будівництвом (капітальним ремонтом, реконструкцією) до капітального ремонту (реконструкції).

Фактичний експлуатаційний стан дороги, який визначає об'єми робіт річної програми дорожньо-ремонтних робіт, являє собою результат двох протилежних процесів (рис. 1):

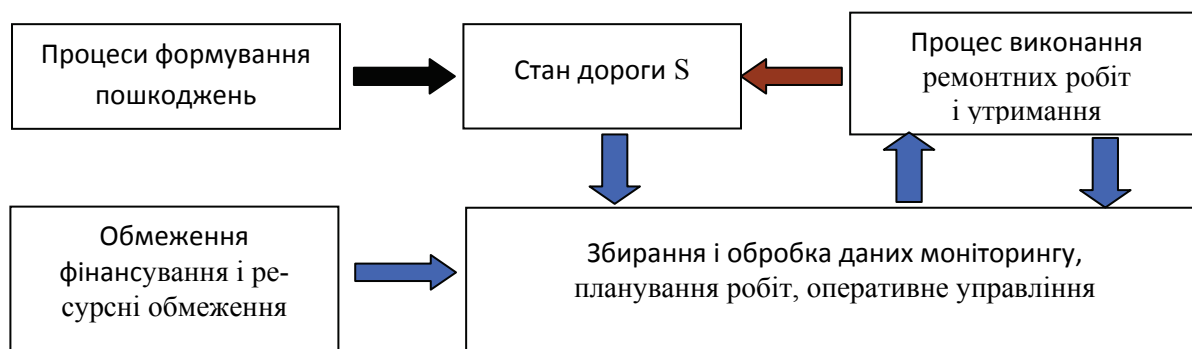


Рисунок 1. – Формування стану доріг