

## **ПРИНЦИПИ, ЩО ХАРАКТЕРИЗУЮТЬ ІНФОРМАЦІЮ ПРО СТАН МОСТОВИХ СПОРУД**

*Гуренко В.О., Шевченко А.Р., ДМ-41-17, ХНАДУ*

*Керівник: к.т.н., проф. каф. МКБМ – Більченко А.В.*

В останні роки різко погіршилась ситуація із фізичним і моральним станом мостових споруд на автомобільних дорогах країни. Фактичний строк служби залізобетонних мостових споруд в середньому складає 30-35 років, замість декларованих 80-100 років.

Перша у світі система управління станом мостових споруд була створена в США у відповідь на велике руйнування моста в штаті Огайо, де загинуло 46 людей. При створенні системи були розроблені стандарти, в яких були прописані технічні умови для проведення інвентаризації всіх мостів на дорогах загального користування та умови інспектування (огляду). Періоди проведення інспектування повинні ув'язуватись із аналогічною періодичністю проведення поточних та капітальних ремонтів. Інформація передавалась Федеральному уряду для прийняття пріоритетів при фінансуванні. В 1980 році в США підхід до Системи управління мостами вже був принципово іншим. Система повинна не тільки фіксувати їх стан, але мати мету, яку ставить перед дорожньою галуззю держава. Так мета, що визначена в процесі реалізації Національною програмою на період з 1981 по 1986 роки була поставлена на основі слідуючих стратегій:

«Розробити одну із форм ефективного управління мостовими спорудами на мережевому рівні (тобто групою мостів)», яка б дозволяла більш ефективно використовувати наявні ресурси. У своїй концепції Системи управління мостами спеціалісти мостової галузі США включили слідуєчі параметри:

- якість інформаційного блоку;
- модуль аналізу історичних даних;
- модуль бази даних;
- модуль утримання і експлуатації;
- модуль вибору між великими роботами по утриманню, ремонту або утримання на мережевому рівні;
- модуль стикування рівнів;
- модуль звітування.

Фактично обов'язковим стає знання стану кожного моста та формалізація цього стану в базі даних і прогнозування зміни цього стану в часі. При цьому не виключається можливість прогнозування на мережевому рівні, а для переходу до пооб'єктного планування маємо модуль стикування рівнів. Подальше удосконалення нової Системи управління мостами було відповіддю на необхідність в більш ефективному механізмі обґрунтування і прийняття управлінських рішень. Для виконання цього завдання було ініційовано ряд проектів з використанням комплексного програмного забезпечення. Перший проект завершився розробкою Системи управління мостами *Pontis* [1], другий проект – системою *Bridgit* [1]. Вказані системи базуються на різних принципах. Проект системи *Pontis* використав підхід

«знизу – доверху», а системи *Bridgit BMS* – «зверху – до низу». Вихідними даними для системи *Pontis* є різні програми за потребою на місцях, тобто отримати під підготовленні програми ресурси і розробити план реалізації. В системі *Bridgit* вихідним є бюджет, а метою – за допомогою нормативної бази знайти шляхи раціонального використання ресурсів. Більшого розповсюдження отримала система *Pontis* як більш гнучка, бо виходить із ситуації, що склалася. Розглядаючи мостову споруду, що складається із багатьох окремих елементів, що мають свій експлуатаційний стан, система *Pontis* фактично представляє об'єкт планування у вигляді Марківської моделі. В цій моделі приблизно 20% споруд кожні 5 років переходять в другий стан. Багаторічне використання цієї системи в США дозволило знайти аргументи на користь переважного вкладання коштів в утримання споруд. В роботі [2] показано, що якщо проводити регулярні роботи по планово-попереджувальному утриманню споруд, тобто виконувати поточні роботи по підтриманню моста в нормальному стані, загальні втрати на його ремонт або реконструкцію можуть бути знижені в 4 рази. Програми робіт розміщуються в системі *Pontis* на основі аналізу різних сценаріїв (стратегій) експлуатації мостів.

Система управління мостовими спорудами Німеччини будується на чіткому розумінні мети, тобто формується цільова функція, під якою розуміють формальне викладення правил прийняття рішень [3], в склад яких обов'язково входить функція пріоритету, яка порівнюється із критерієм оптимізації. Прийнята ієрархія цілей управління включає головну і вищу мету. Вища мета

«Збереження споживчих цінностей» має три основних підділі, які відносяться до діяльності мостової адміністрації:

1. Контроль стану мостів;
2. Поточні заходи по утриманню;
3. Цілеспрямовані роботи по ремонтах.

Вирішальне значення має «контроль стану мостових споруд», так як результати обстеження і акти складені організацією, що займається експлуатацією, є єдиним джерелом для систематичної і періодичної оцінки його стану і є основою для пріоритетності заходів по утриманню. «Поточні заходи» визначають фактичні вимоги до утримання мостів:

- в поточні заходи повинні включатись тільки роботи невеликого об'єму, тобто невеликі заходи по ремонту;
- всі роботи по утриманню направлені на збереження цілісності споруди і його окремих конструктивних елементів;
- впровадження заходів які перешкоджають розвитку пошкоджень вже на ранній стадії, що має велике значення для збереження споруди.

При визначенні терміновості заходів в Системі управління мостами Німеччини використовується бальна оцінка тих чи інших факторів, яка, не дивлячись на можливу вірогідність помилок, легко автоматизується любою організацією, що експлуатує споруду. Крім того, в Німеччині Система управління мостами рекомендує для визначення показника пріоритетності ремонту мостів використовувати модель Крафта, яка включає чотири елемента оцінки міцності:

- оцінка зони пошкодження,
- тенденція до розвитку,
- вплив на інші конструктивні елементи,
- вплив вантажопідйомності транспорту.

Цей підхід максимально наблизив Систему управління мостами в Німеччині до найбільш передової системи в США і є найбільш оптимальним при збереженні споруд.

Французький підхід до Системи управління станом мостових споруд (метод *OA-MeGA*) [4] заснований на детальній інформації за допомогою бальної оцінки стану споруд і визначення пріоритетності теж по бальній системі та передбачає:

- вивчення об'єкта в процесі огляду їх кожного року та періодичній діагностиці;
- архівування даних;
- обробку інформації по догляду;
- фінансову оцінку стану об'єктів;
- планування бюджету;
- реалізація плану (бюджету) із забезпеченням якості робіт.

Головною особливістю метода *OA-MeGA* є його ув'язка економічного планування із об'єктивною оцінкою пріоритетності ремонтних робіт, в той же час метод передбачає використання оцінки пошкоджень на суб'єктивній основі, так як закони пошкоджень і їх динаміка поки що невідомі. В системі *OA-MeGA* використовується п'ять експлуатаційних станів. Бальна система в показнику пріоритетності ремонту моста визначає ранжируваний

номер (показник JGG), який визначається в залежності від оцінки пошкоджень конструкцій.

Великобританія почала розробку нової Системи управління мостами в 1987 році при запровадженні 15-ти річної «Програми оцінки стану та посилення мостів», якою передбачила перехід на нову концепцію управління мостами [5]. Для забезпечення більш гнучкого рішення по управлінню мостами в структуру управління включають два різних метода оцінки стану-детермінований і ймовірнісний. Детермінований метод використовується для конструкцій із незначними відхиленнями від стандартного стану або у випадках в адекватності конструкцій за вантажопідйомністю. Ймовірний метод оцінки стану споруди застосовують тоді, коли необхідно вирішити питання черговості ремонту моста в межах існуючих бюджетних обмежень. Застосовується п'ять експлуатаційних станів і п'ять по складності методів інспектування. Подібний підхід використовують і в Швеції. Не дивлячись на те, що кожна із Європейських країн впроваджує власну систему управління мостами, в останні роки спостерігається політичний вплив американського підходу у визначенні головних принципів. В 1999 років в штаті Колорадо (США) була зроблена доповідь «Адаптація моделі прогнозування *Pontis* до умов Угорщини» [3]. В процесі адаптації використовується модернізація системи *Pontis* по принципу матриць ймовірності переходу елемента із одного стану в інший. Побудова і аналіз матриць ймовірностей є обов'язковим етапом перед прийняттям рішень. Матриці дозволяють визначити час і

витрати на ремонт елементів моста від мінімальних до оптимальних. Розглядаючи мостову споруду, яка складається із великої кількості елементів зі своїми матрицями стану, система *Pontis* фактично представляє об'єкт планування як Марківську модель.

На суб'єктивних оцінках стану і прогнозування базуються системи в Фінляндії і Данії. В Данії система управління мостами *Danbro* є другим поколінням та використовується не тільки в Данії, але і в ряді інших країнах. Компонентами системи *Danbro* є

- застосування визначених правил по інспектуванню і контролю якості, утриманню, ремонту і підготовки бюджету;
- закони і правила для всіх ієрархічних рівнів при управлінні експлуатацією мостами;
- наявності баз даних по мостам;
- програмне забезпечення.

Аналіз структури Системи управління мостами показує, що в ланцюгу дій від отримання інформації до управлінського рішення знаходиться планування робіт по утриманню і ремонтах мостів на основі порівняння різних стратегій експлуатації. Функціонування Систем управління мостами базується на наступних умовах:

1. Розрахунок залишкового ресурсу або довговічність – першочерговий фактор для вибору оптимальної стратегії експлуатації мостів.
2. Реальні уявлення про стан матеріалів і конструкцій і зміни їх стану в часі. Деградація конструкцій визначається експертним шляхом. Експлуатація може виконуватись по трьом стратегіям:

без ремонту, із раннім ремонтом, капітальним ремонтом. При розумному плануванні витрат на утримання на протязі перших 15-ти років експлуатації, мостова споруда може знаходитись без ремонту 25 і більше років. Види робіт для кожної стратегії визначають у залежності від рівня деградації конструкцій і прогнозу його поширення на період 20-25 років.

В Канаді поряд із системою *Pontis* реалізується і система *Bridgit* [1]. Таким чином в Канаді, Фінляндії (система *SINA*) [5], а також в новій системі управління мостами *RUBA-MS*, що розробляється в Швейцарії, за основу прийняті вже відпрацьовані системи *Pontis* і *Bridgit*. Американська СУМ може оцінювати втрати, що визвані деградацією будь яких мостів. Американська, Фінська, Шведська, Датська, Англійська передбачають розрахунки і аналіз різних стратегій експлуатації і ремонту мостів. Оптимізаційні розрахунки виконуються в Фінській, Угорській, Французькій і Датській системах, а системи США, Англії і Данії передбачають довгострокове планування.

**Висновки.** При аналізі існуючих систем в різних країнах відображена роль системи управління станом мостових споруд в забезпеченні їх збереження, відпрацюванні сучасних вимог до управління експлуатацією. Ці вимоги перш за все ув'язують систему управління експлуатацією мостів із системою збереження і подовження строку служби та дають можливість визначити шляхи удосконалення існуючої системи управління мостовими спорудами. На основі аналізу розглянутих систем можна констатувати, що Система управління мостами, яка впроваджена в

Україні найбільш відповідає системі *Bridgit-30*, США, так як в нашій країні поки що рішення приймаються не на мережевому рівні, а на місцевому рівні (мала кількість мостів в окремій області). У зв'язку із обмеженим фінансуванням в Україні система використовує бюджетне фінансування «зверху-вниз». Крім того система зручна ще тим, що вона передбачає експлуатацію непрофесійними користувачами. Дорожні організації, які експлуатують споруди в нашій країні повинні збирати всю інформацію по спорудам, не маючи поглибленої підготовки спеціаліста мостової галузі. При цьому *Bridgit-30* використовує Марківську модель руйнування конструкцій, яку впроваджено в Україні [6]. Удосконалюючи нашу систему на основі концепції *Bridgit* необхідно шукати шляхи найбільш оптимальних стратегій експлуатації споруд не професійними спеціалістами на даному етапі.

#### Література:

1. Хадсон С.У. и др. Вопросы содержания мостов в США. – Вашингтон, 1984.
2. Томпсон П.Д. и др. Новая система управления мостами в провинции Онтарио, Канада (ШМС 99-010): Докл. На междунар. конф. по управлению мостами / Transportation Research Board. - USA 1999.
3. Система требований для оценки состояния моста: Материалы Гипродорнии к совещ. экспертов ОСЖД в г. Будапеште по теме 8-5/84.-М., 1985.

4. Содержание мостов: отчет группы научных экспертов Организации научного сотрудничества и развития, Париж // *Forschung Strassenbau und Strassenverkehrswesen*. – 1994. - № 666.
5. Система управления данными о мостах и регистр мостов: Справка Гл. дор. управления. - Хельсинки, 1994.
6. Лантух-Лященко А.І. Проблеми створення національної системи експлуатації мостів. Зб. доповідей «Сучасні проблеми проектування, будівництва та експлуатації споруд на шляхах сполучення». К.: 1998. С. 138-145.