

ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ СТАНОМ ШТУЧНИХ СПОРУД НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ

У статті розглянуто перспективи впровадження автоматизованої системи управління станом штучних споруд на залізницях України, та виконано аналіз закордонного досвіду застосування АСУ мостів.

Ключові слова: автоматизована система управління станом штучних споруд, експлуатація, утримання

В даний час на залізницях України експлуатуються близько 19, 5 тис. штучних споруд. Із них близько 7,5 тис. залізничних мостів, 11 тис. труб і лотків, 80 тунелів, шляхопроводи, пішохідні мости і інші інженерні споруди. Організаційна структура управління станом інженерних споруд, як і структура управління залізничним транспортом має ієрархічний характер, із підлеглістю нижчих ланок вищим. Вся організаційна структура управління станом інженерних споруд поділяється на три рівні: Укрзалізниця (ЦП), Управління залізниць (Служби колії) і Дистанції колії.

Основним виробничим підрозділом у цій структурі є лінійне підприємство – Дистанція колії. На заступника дистанції колії із інженерних споруд, мостових майстрів та мостові бригади покладена відповідальність за поточне утримання і окремі види капітального ремонту мостів, труб і інших споруд. Порядок утримання інженерних споруд на залізницях України регламентується «Інструкцією по утриманню штучних споруд» [1]. В основу планування ремонтних робіт, які виконуються Дистанцією колії покладені міжремонтні строки для різних елементів штучних споруд, які наведені у «Положенні про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України» [2].

Дистанції колії знаходяться у підлеглості Служб колії залізниць, які забезпечують нагляд, утримання і капітальні ремонти штучних споруд, визначають допустимі швидкості руху по дільницях залізниць, розробляють плани підсилення і реконструкції та виконують інформаційне забезпечення рішень на рівні залізниці.

ЦП Укрзалізниці визначає технічну політику в утриманні інженерних споруд в цілому по мережі залізниць. На основі інформації, яка надходить із залізниць, керівництво ЦП формує стратегію утримання і експлуатації інженерних споруд, видає нормативні документи, розподіляє централізовані ресурси.

Процес управління станом штучних споруд на залізницях України на сьогоднішній день явним чином не регламентований, але існує система правил і вимог по утриманню, яка за-

кріплена у нормативних документах. Так оцінка технічного стану споруд протягом багатьох років виконується на основі «Положення по оценке технического состояния и содержания искусственных сооружений на железных дорогах Союза ССР» [3] введеним в дію МШС ще за часів Радянського союзу (1992 рік). Згідно цього документу виконується бальна оцінка технічного стану споруд і їх утримання. При цьому всі дефекти, в залежності від їх впливу на безпеку руху поїздів, довговічність і умови утримання, розділені на три категорії. Бальна оцінка виводиться шляхом підрахунку кількості дефектів з урахуванням коефіцієнту на безпеку дефекту. В залежності від отриманих балів споруда відноситься до одного із технічних станів, в документі їх чотири: відмінний, хороший, задовільний і незадовільний. При цьому отриманий незадовільний стан не є підставою для введення особливих умов експлуатації.

Крім вищеназваних основних документів система утримання штучних споруд, базується на наказах, розпорядженнях, вказівках, які розробляються керівними службами на залізницях України та в Укрзалізниці. Все це складає значну базу вказівних та керівних документів, які надходять до безпосередніх виконавців у Дистанцію колії і вимагають втілення їх в дію. Виконання цих директив та звіт про їх виконання займають значну частину часу відведеного на нагляд за справністю споруд. Інформація про фактичний стан споруд в сьогоднішніх умовах експлуатації на залізницях України від найнижчої ланки (Дистанції колії) до найвищої (ЦП Укрзалізниці) проходить довгий шлях, розтягуючись на рік. При цьому вся інформація про стан споруд зберігається на паперових носіях. Звітність і уточнення даних про штучні споруди у відділах мостовипробувальних станцій залізниць відбувається один раз на рік. Планування Укрзалізницею ремонтних робіт та розподіл коштів на утримання і ремонт штучних споруд, в свою чергу теж розтягується на деякий термін, який складає від трьох до шести місяців поточного року. Терміновими є тільки випадки раптового виходу споруд із експлуатації (аварії, пошкодження, які впливають на не-

сучу здатність і т. ін.), коли необхідно відразу приймати рішення про заміну чи ремонт споруди. Таким чином інформація про стан споруд «знизу-вверх» і планування ремонтів та кошти на утримання «зверху-вниз» проходять довгий шлях і не завжди відображають те, в якому стані знаходяться штучні споруди на залізницях, а прогнозування розвитку їх стану та планування ремонтних робіт для попередження розладів в даний час зовсім не можливе

Сьогодні вдосконалити цю систему можна шляхом впровадження на залізницях України автоматизованої системи управління станом штучних споруд (АСУ). Така АСУ надасть доступ до інформації про споруди для усіх ланок експлуатаційних служб, зменшить до мінімуму затрати часу на фіксування змін стану споруд та складання звітів про їх фактичний стан. Базуючись на оцінці технічного стану та прогнозуванні його зміни у часі стане можливим планування необхідних робіт з ремонту та цільовий розподіл коштів, обґрунтування необхідності виконання ремонтних робіт чи заміни споруд, що втратили несучу здатність. В цьому плані цінним є досвід інших країн де уже функціонують Автоматизовані системи управління станом мостів.

В теперішній час майже всі країни Європи і США мають свої офіційні системи управління мостами, які почали створюватися понад 40 років назад. Перша у світі система управління станом мостів була розроблена на початку 70-х років минулого сторіччя у США у відповідь на велику аварію мосту [4]. NBI – база даних інвентарного обліку Національних мостів виконувала функцію збереження інформації про стан мостів після їх оглядів, оцінку стану і експертизу для прийняття рішення відносно встановлення пріоритетів і розміщення федеральних коштів. Та ця АСУ виявилася недостатньою для прогнозування стану споруд в часі і визначення об'ємів фінансування на майбутнє.

Проаналізувавши переваги та недоліки існуючої АСУ, спеціалісти США визначилися з основними цілями, які повинна реалізовувати нова система управління мостами:

- раціональний і системний підхід до організації і виконання планування, проектування, будівництва, утримання, ремонту і заміни мостів;
- допомагати у виборі ефективної альтернативи для досягнення справного стану споруд у межах виділених коштів і планування майбутніх витрат;
- приносити вигоду адміністраторам, технічним спеціалістам і керівникам усіх рівнів експлуатаційних служб.

Така АСУ повинна включати наступні модулі:

- модуль бази даних;
- модуль прийняття рішень по ремонту;

- модуль прийняття рішень по утриманню;
- модуль аналізу історії споруди;
- модуль споріднення рівнів;
- модуль звітності.

Тому в середині 80-х років минулого сторіччя у США розроблені дві системи Pontis і Bridgit. В проекті системи Pontis реалізовано підхід «знизу – вверх», а Bridgit – «зверху – вниз». Вихідними даними для системи Pontis є набір програм робіт, тобто визначення «потреби». В системі Bridgit основним є бюджет, а ціль – за допомогою бази даних знайти шляхи раціонального його застосування.

Таким чином було розроблено таку систему управління мостовим господарством, яка дозволила ефективно використовувати наявні кошти і виконувати планування об'ємів майбутніх затрат. Ця АСУ сьогодні активно застосовується у США та деяких країнах Європи.

Перша європейська база даних мостів була розроблена у бувшому СРСР у 1975 р. проектним науково-дослідним інститутом «ГипродорНИИ» і отримала назву «Інформаційно-пошукова система «МІСТ»». Ця база даних мала за мету фіксувати дані про автодорожні мости, давати оцінку їх стану, і встановлювати необхідний об'єм робіт по підтриманню споруд у справному стані та визначати джерело фінансування цих робіт. ІПС «МІСТ», ВСН 24-75 «Технические правила содержания и ремонта автомобильных дорог» та розроблене на їх основі Методичне керівництво, в якому були наведені нові вимоги до експлуатації мостів, можна вважати початком створення галузевої Системи управління станом мостів.

Ця система включала два рівні:

- збір інформації про мости;
- прийняття рішення на основі суб'єктивного аналізу інформації.

Недоліком цієї системи було те, що прийняття рішення базувалось тільки на існуючому стані споруди, без прогнозу цього стану у часі. Такий підхід не дозволяв завчасно планувати види робіт і кошти, а також регулювати їх оптимальний розподіл на утримання, ремонт і реконструкцію. Тому у 90-х роках минулого сторіччя була розроблена нова Система управління станом мостів «МОНСТР» (мости, навантаження, статичні розрахунки). У зв'язку із зміною умов експлуатації споруд, збільшенням транспортних навантажень, зменшенням обсягів фінансування на утримання та експлуатацію, сьогодні спеціалісти в Росії розглядають можливість удосконалення існуючої системи управління станом споруд.

На початку 80-х років минулого сторіччя активно почали розробляти автоматизовані системи управління мостами і Європейські краї-

ни. Серед них Угорщина, Польща, Чехословаччина, Німеччина, Франція, Данія та ін.

В Угорщині розробка Системи управління станом мостів розпочалася із визначення основних вимог до експлуатаційного стану мостів та вказуванням рівня такого стану. Вперше було введено поняття зносу і ступеню зносу мостових конструкцій та переглянуто підхід до збору інформації і збільшення її обсягу.

Вдосконалення підходу до збору інформації про споруди характерне і для Систем управління станом споруд, які розроблялися в цей час у Польщі і Чехії. Спеціалістами цих країн вказувалися основні задачі при підготовці матеріалів для бази даних:

- введення в норму дослідження мостів перевірку їх відповідності вимогам норм на основі яких повинні визначатися цілі ремонту, строки їх виконання і періодичність;
- можливість використання даних досліджень для планування робіт і затрат.

До висновку про необхідність зміни підходу до збору інформації про стан споруд прийшли і розробники Системи управління станом споруд у Німеччині. Вони вважають, що збір інформації по новому дуже важливий для поточного планування ремонтних робіт і визначення міжремонтних строків. В Системі додається задача планування – визначення циклічності впливу на кожен об'єкт. Підхід до управління мостами оснований на «системі циклів» передбачає визначення міжремонтних строків в умовах нормального і завищеного зносу конструкцій мостів. Пізніше спеціалісти Німеччини відмовилися від цього підходу і перейшли на схему, що використовується у французькій та американській АСУ, в основі яких лежить визначення періодичності робіт для кожної споруди окремо із врахуванням її фактичного стану. Сучасна Система управління мостами в Німеччині рекомендує при визначенні показника пріоритетності ремонтів застосовувати модель Крафта. Ця модель включає чотири елементи оцінки міцності: оцінка зони пошкодження, тенденції до розповсюдження, вплив на інші конструктивні елементи і оцінку впливу транспорту (вантажопідйомність).

Сучасний підхід до системи управління мостами за кордоном можна сформулювати наступним чином:

- Система оцінки стану споруд повинна бути максимально наближена до об'єктивної;
- управлінський апарат повинен приймати рішення про раціональний розподіл бюджету на основі дослідження і прогнозування стану мостів при постійному оновленні інформації;
- Система повинна базуватися на об'єктивній базі даних занесеній у комп'ютери

останнього покоління з необмеженими можливостями.

Таким чином загальна схема АСУ включає три найважливіші параметри:

- збір інформації і її аналіз;
- визначення оптимальної стратегії;
- раціональне розподілення коштів.

Сьогодні передові Системи управління мостами будуються на чіткому розумінні цілі, в яку включені задачі певного призначення. Формується цільова функція, під якою розуміють формальне викладення правила прийняття рішення в склад якої входить функція пріоритету, співставлена із критерієм оптимізації. Цілью оцінки споруди за пріоритетністю є визначення відносної терміновості заходів з обслуговування мостів. При цьому для визначення терміновості заходів і планування фінансування використовується підхід заснований на бальній оцінці тих чи інших факторів.

Сучасний підхід до розробки Системи управління станом мостів у Франції (метод OА-MEGA) повністю оснований на детальній інформації бальної оцінки стану мостів і визначення пріоритетності за бальною системою.

Управління станом мостів за методом OА-MEGA передбачає:

- обробку даних обстежень через інформаційну базу даних OASIS;
- фінансову оцінку об'єкта;
- планування фінансування;
- реалізацію плану по забезпеченню контролю якості робіт;
- архівне збереження даних.

Головною особливістю методу OА-MEGA є його зв'язок з економічним плануванням та визначенням пріоритетності ремонтних робіт. Та неможливість наближення даної АСУ до об'єктивної із-за не повного знання законів динаміки пошкоджень, оцінка стану споруд тут зводиться до експертних показників (балів).

На суб'єктивних (експертних) оцінках стану і прогнозування базуються і сучасні АСУ у Фінляндії і Данії.

АСУ Фінляндії включає:

- інспектування;
- програмування утримання і ремонту;
- ведення бази даних мостів і управління даними про мости;
- реалізацію програм з утримання, ремонту, капітального ремонту і реконструкції.

На основних етапах інспектування і програмування у АСУ використовується бальна оцінка. Для оцінки стану конструкцій мостів введені п'ять класів. На основі цих класів прогноуються затрати на утримання і ремонт споруд. Такий підхід передбачає постійний контроль за станом мостів, оцінку стану і порівняння з цільовими

показниками, визначення бюджетних затрат та прогнозування майбутніх витрат. Як результат функціонування такої системи є:

- прогноз стану мостів;
- визначення цільових рівнів;
- визначення необхідних ремонтних робіт;
- бюджет ремонтних робіт.

Прогнозування є невід'ємною частиною АСУ у Фінляндії. Дані прогнозу щорічно передаються до окружних управ, а раз в чотири роки подається звіт про стан мостових конструкцій до парламенту країни.

В Данії використовується сучасна Система управління мостами Danbro, вона є другим поколінням АСУ, розробка якої розпочалася у 1987 році. Сьогодні ця АСУ застосовується не тільки у Данії, а і уряді Європейських країн. Компонентами даної АСУ є:

- набір взаємозв'язаних Керівництв і відповідних Правил дій з інспектування і контролю якості, проектування, утримання, ремонту і підготовки бюджету;
- збірка законів і правил;
- база даних про мости;
- програмне забезпечення для розрахунку мостових конструкцій і бюджету, визначення стратегії утримання і експлуатації.

Ця АСУ базується на реалізації стратегії експлуатації, де важливими є наступні умови:

- довговічність і остаточний ресурс є найважливішими факторами для вибору оптимального рішення по їх утриманню і ремонту;
- визначення показників довговічності можливе тільки при умові точного знання стану матеріалу і конструкції та зміни цього стану у часі.

В цій АСУ критерієм для вибору стратегії експлуатації моста при забезпеченні його заданого строку служби є сумарні фінансові затрати. Вибір видів робіт для кожної стратегії визначається в залежності від ступеня деградації конструкцій мосту і прогнозування зміни їх стану.

Система управління мостами Великобританії (NATS) також особливу увагу приділяє оцінці стану мостових споруд. Для прийняття більш правильного рішення з управління мостами в оцінку стану споруд включають два методи: детермінований і імовірнісний. Детермінований метод застосовується для визначення стану споруд з незначним строком служби, а імовірнісний, коли необхідно визначати черговість виконання ремонтних робіт у рамках обмеженого фінансування. Застосовується п'ять різних за складністю методів інспектування, які пов'язані з п'ятьма категоріями станів, які і визначають оцінку технічного стану мостів.

Аналогічний підхід має і Система в Швеції. Виходячи із задач, які ставить перед собою до-

рожня служба Швеції, перш за все проводиться інвентаризація, інспектування і оцінка поточного стану мостів. Моделювання поточного стану і прогнозування зміни його в майбутньому дають можливість визначити потребу в об'ємах робіт на ближню і дальню перспективу.

Всі розглянуті Системи управління мостами розроблені, як правило, для штучних споруд, що експлуатуються на автомобільних шляхах. Але підхід до раціонального управління станом мостів, застосований у них, відображає єдину концепцію як для штучних споруд на автомобільних шляхах, так і на залізницях.

Прикладом може слугувати автоматизована система управління станом мостів (АСУ ИССО), розроблена в Росії і впроваджена в дію на залізницях у 2002 році. Ця система направлена на вирішення наступних основних етапів управління технічним станом штучних споруд на залізницях Росії [5]:

- діагностування споруд;
- оцінка технічного стану;
- прогноз змінювання технічного стану;
- планування нагляду поточного утримання і капітального ремонту штучних споруд виходячи з прогнозування змінювання їх технічного стану;
- оптимізація затрат на забезпечення заданих рівнів технічного стану штучних споруд і безпеки руху поїздів.

Структуру системи можна умовно розділити на три групи:

1. Інформаційна база даних.
2. Нормативно-довідкова інформація.
3. Дані для інженерних розрахунків.

Ця Система дозволяє не тільки фіксувати і зберігати всю інформацію про штучні споруди, але і аналізувати стан споруд, прогнозувати його в часі і приймати на основі цього аналізу рішення по раціональному їх утриманню.

В Україні першою базою даних залізничних мостів була система «INESS», розроблена нинішнім Дніпропетровським національним університетом залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна на початку 90-х років минулого сторіччя. Ця система розроблялась в умовах обмеженого доступу до передових комп'ютерних технологій, мала інформаційно-експертний характер і орієнтувалась на майбутні потреби в управлінні станом мостів, але подальшого розвитку не отримала.

У 2004 році на замовлення Одеської залізниці Дніпропетровським національним університетом залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна розроблена і впроваджена в дію Система експлуатації мостів та інших споруд «СЕМС», у 2007 році впровадження відбулося на Придніпровській залізниці.

Перед розробкою «СЕМС» була вивчена можливість вільного доступу усіх ланок експлуатаційних служб до локальної залізничної мережі, починаючи із мостового майстра до керівника відділу штучних споруд Укрзалізниці. Виявилося, що такого доступу не мають близько 95 % мостових майстрів. В кращому випадку вони користуються комп'ютерною технікою у Дистанції колії, де відсутній доступ до локальної залізничної мережі і, як правило, техніка застаріла. Тому у більшості випадків вони використовують власні комп'ютери. В зв'язку з цим було прийнято рішення розробляти СЕМС для індивідуального користувача. При цьому база даних про мости була розроблена таким чином, що при необхідності можливе її переформування для роботи в локальній мережі із збереженням занесеної інформації.

На сьогодні база даних про мости має інформацію про стан мостів, труб і лотків та тунелів, які експлуатуються на Одеській і Придніпровській залізницях. Система дозволяє виконувати усі необхідні операції над даними і складати звіти за прийнятою на залізниці формою АГУ-4. Обновлення даних відбувається за допомогою переносних носіїв інформації. Таким чином навіть при орієнтації СЕМС на окремого користувача відбувається надходження обновленої інформації «знизу-вверх», що дає можливість усім ланкам експлуатаційних служб ефективно використовувати інформацію про стан штучних споруд на залізницях України.

На основі вищесказаного можна зробити висновки, що в сучасних умовах господарювання

та при розвитку комп'ютерних технологій, для вдосконалення системи управління станом штучних споруд необхідно впровадити у локальну залізничну мережу Укрзалізниці Автоматизовану систему управління станом штучних споруд. При наявності розробленої бази даних про мости СЕМС та спираючись на світовий досвід у цьому питанні, сьогодні можливість розробки такої АСУ не викликає сумнівів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Інструкція по утриманню штучних споруд [Текст]. – К.: Транспорт України, 1999. – 96 с.
2. Положення про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України [Текст]: ЦП 0059: затв. Наказом Укрзалізниці 15.07.2000. – К.: Держ. адміністрація зал. тр-ту України, 2000. – 24 с.
3. Положение по оценке состояния и содержанию искусственных сооружений на железных дорогах СССР [Текст]: утв. МПС СССР 17.09.1990. – М.: Транспорт, 1991. – 12 с.
4. Управление состоянием мостовых сооружений на федеральной сети автомобильных дорог России [Текст] // Автомобильные дороги и мосты. – 2007. – Вып. 2. – 108 с.
5. Бокарев, С. А. Управление техническим состоянием искусственных сооружений железных дорог России на основе новых информационных технологий [Текст] / С. А. Бокарев. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2002. – 276 с.

Надійшла до редколегії 02.07.2012.

Прийнята до друку 16.07.2012.

Г. О. ЛИННИК (Укрзалізниця), В. И. СОЛОМКА (ДИИТ)

ПУТИ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЕМ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ УКРАИНЫ

В статье рассмотрены перспективы внедрения автоматизированной системы управления состоянием искусственных сооружений на железных дорогах Украины и выполнен анализ заграничного опыта применения АСУ мостов.

Ключевые слова: автоматизированная система управления состоянием искусственных сооружений, эксплуатация, содержание

GEORGIY LINNIK (Ukrzaliznytsia) VALENTINA SOLOMKA (Dnipropetrovsk National University of Railway Transport)

WAYS OF IMPROVEMENT OF CONTROL THE SYSTEM BY THE STATE OF CULTURE ON THE RAILWAYS OF UKRAINE

In the article the prospects of introduction of automated control the system by the state of culture are considered on the railways of Ukraine and the analysis of oversea experience of application ACE of bridges is executed.

Keywords: automated control the system by the state of culture, exploitation, maintenance