

## ДО ПИТАННЯ ПРО СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ШТУЧНИХ СПОРУД ЗАЛІЗНИЦІ

Розглянуті питання, які пов'язані із створенням автоматизованої системи експлуатації штучних споруд окремо взятої залізниці. Наводиться припустимий склад системи, розглянуті режими її роботи. Наведена укрупнена блок-схема системи експлуатації штучних споруд.

Рассмотрены вопросы, связанные с созданием автоматизированной системы эксплуатации искусственных сооружений отдельно взятой железной дороги. Описывается предполагаемый состав системы, рассмотрены режимы ее работы. Приведена укрупненная блок-схема системы эксплуатации сооружений.

The paper considers the issues, related to creation of automated maintenance system of artificial structures on a separately taken railway. A probable structure of the system is described, its operational modes are considered. The aggregative flow-chart of the structures' maintenance system has been provided.

Удосконалення виробництва, прискорення режимів роботи, підвищення вимог до якості не тільки продукції, але і до послуг примушують переглядати наші вимоги до систем управління. І вже для якісної й економічної роботи будь-якого виробництва або підприємства необхідно мати не тільки сучасну технологію, але і сучасну систему управління, яка безперервно удосконалюється.

Найбільш помітний переворот в управлінні відбувся з появою ЕОМ, які, у все більших масштабах, впроваджуються на підприємствах різних галузей. Створені на їхній базі автоматизовані системи управління ось уже більш 20 років непокоять виробників: дотепер не вщухають суперечки щодо їх ефективності і престижності, їх переваг і недоліків, особливостей взаємодії в них людини і машини – партнерів з розв'язування задач управління.

У 1994 р. на замовлення Державної адміністрації залізничного транспорту України галузевою науково-дослідною лабораторією штучних споруд і галузевою науково-дослідною лабораторією динаміки і міцності рухомого складу Дніпропетровського національного технічного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна виконувалися роботи зі створення теоретичних основ комп'ютерної системи експлуатації штучних споруд на залізничному транспорті. У рамках цієї роботи був визначений перелік основних положень, що повинні були використовуватися у разі створення зазначеної системи.

З незалежних від виконавця причин, основною з яких була відсутність фінансування, роботи з створення системи експлуатації штучних споруд були припинені. Роботи були поновлені лише

в 1997 р. і за відсутності фінансування розробки в необхідному обсязі, система була виконана лише у вигляді інформаційної і тільки для малих і середніх мостів.

У сучасних умовах при зростанні інтенсивності і швидкості руху поїздів, збільшенні навантаження на вісь розробка автоматизованої системи експлуатації штучних споруд окремо взятої залізниці з використанням сучасних ЕОМ є одним із найважливіших заходів щодо удосконалення роботи Управління залізниці, а саме відділу штучних споруд служби колії. Між тим, сьогодні відділи штучних споруд залізниць України не мають не тільки системи експлуатації штучних споруд, але й найпростішої інформаційної системи з штучних споруд їх мереж.

Впровадження такої системи дозволить підвищити безпеку руху поїздів і поліпшити експлуатаційні характеристики штучних споруд за рахунок автоматизованого контролю їхньої вантажопідйомності, своєчасних оглядів, ремонтів і реконструкції.

Велику допомогу надасть система у разі поточного планування робіт з штучних споруд. Це стандартна задача, що виникає щорічно під час формування річного плану відділу штучних споруд залізниці і дистанцій колії, потім при розподіленні річних планів на квартальні, а останніх – на щомісячні.

Впровадження системи експлуатації штучних споруд залізниці дозволить також оперативно керувати поточним утриманням та експлуатацією штучних споруд.

Слід також мати на увазі, що підрозділи Головного управління колійного господарства вирішують різні задачі під час експлуатації мостів. Найбільш повна інформація щодо штучних спо-

руд потрібна саме відділу інженерних споруд служби колії Управління залізниці.

Укрупнена блок-схема системи експлуатації штучних споруд окремо взятої залізниці наведе

дена на рис. 1. Схема управління базами даних і схема захисту текстової інформації від несанкціонованого доступу до неї на блок-схемі системи не показана.

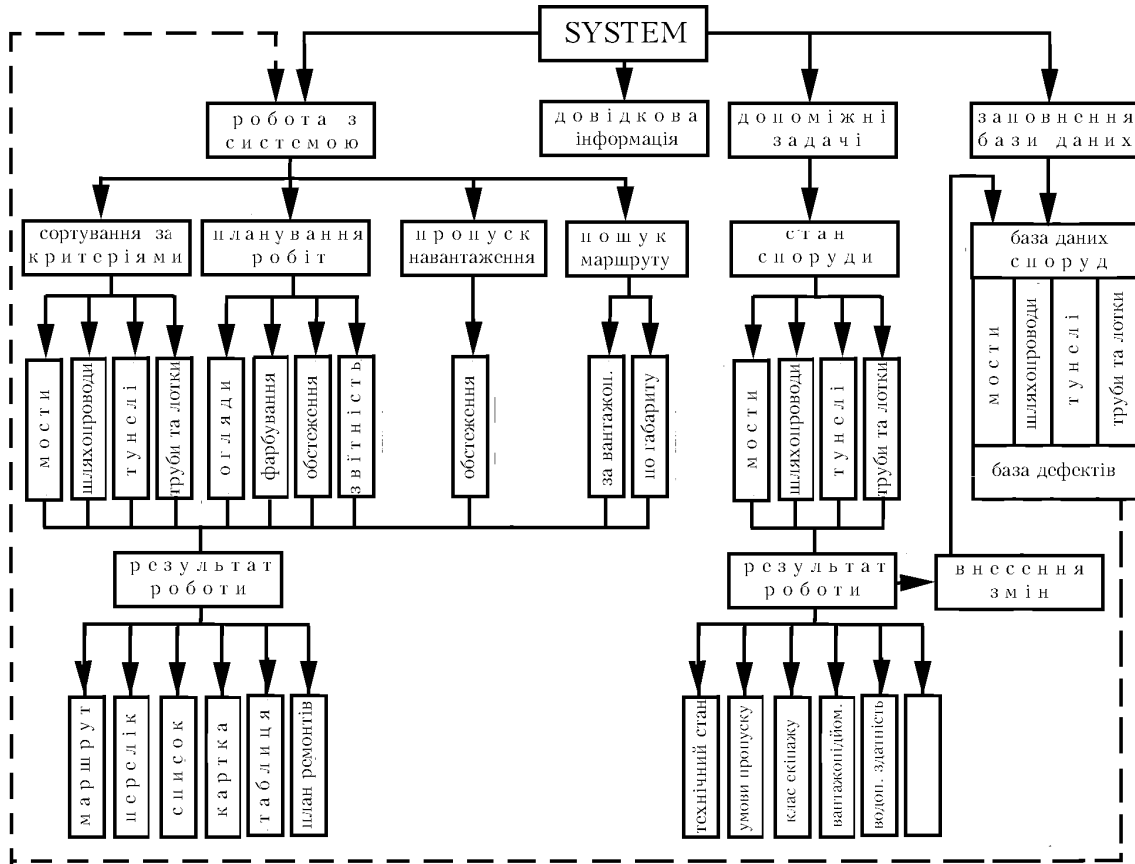


Рис. 1. Укрупнена блок-схема автоматизованої системи експлуатації штучних споруд

Одним із найважливіших блоків запропонованої системи експлуатації штучних споруд є база даних штучних споруд. База даних штучних споруд дозволить забезпечити процес накопичення і збереження такої інформації:

- нормативні дані з експлуатації штучних споруд;
- класифікаційні таблиці категорій штучних споруд за водопропускною здатністю;
- відомості про вантажопідйомність, провізну і пропускну спроможність ділянок залізниці;
- додаткові відомості про результати проведених оглядів, випробувань, ремонтних робіт, реконструкції споруд;
- відомості про технічний стан споруд на даному етапі.

Автоматизована система експлуатації штучних споруд на залізничній мережі окремо взятої залізниці повинна створюватися на основі банку даних споруд і дозволяти видавати користу-

вачу конкретні відомості щодо споруд у зручній формі у вигляді таблиць, переліків, списків, маршрутів руху негабаритних вантажів тощо.

Передбачається, що система експлуатації споруд на залізничній мережі в межах навіть однієї залізниці повинна вирішувати такі задачі:

- здійснювати пошук штучних споруд по заданих критеріях;
- виконувати інженерно-технічні розрахунки, пов'язані з визначенням умов подальшої експлуатації споруд;
- планувати огляди мостів і фарбування металевих прогінних будов;
- визначати оптимальний маршрут перевезення негабаритного вантажу;
- скласти звітність по експлуатації споруд;
- оцінювати технічний стан штучних споруд;
- скласти картку штучної споруди.

## Документи, які використовуються в системі експлуатації штучних споруд

Основними документами для виконання даної роботи є розроблені раніше алгоритми і програми, картки штучних споруд, інженерно-технічні звіти про обстеження й випробування мостів, а також акти періодичних оглядів споруд.

Інформація про споруди повинна цілком відповідати нормативній документації з експлуатації штучних споруд на залізничній мережі України.

Класифікація залізобетонних прогінних будов за наявності на них арматурних і опалубних креслень провадиться відповідно до правил [1].

Згідно з положеннями цього документа визначається також вантажопідйомність плитних і ребристих прогінних будов з жорсткою арматурою, прогінних будов, що запроектовані за нормами 1907 р., а також на підставі порівняння розрахункових норм.

Вантажопідйомність металевих прогінних будов повинна виконуватися згідно з галузевим стандартом [2].

Визначення вантажопідйомності кам'яних і бетонних аркових мостів, а також опор мостів засобами запропонованої системи в зв'язку з відсутністю нормативних документів не передбачається.

Вихідними даними для визначення оптимального маршруту є назви пунктів відправлення і призначення негабаритного вантажу, а також його клас і габарит. У процесі оптимізації маршруту провадиться порівняння класу і габариту рухомого навантаження з класом і габаритом штучної споруди. У схемі з'єднань роздільних пунктів вилучаються ті з'єднання, на яких є штучні споруди, клас яких і габарит нижче класу рухомого навантаження. Після цього провадиться вибір маршруту прямування навантаження, для якого відстань між початковим і кінцевим пунктами найменша, і визначаються умови пропуску поїздів, розташованих на обраному маршруті.

Слід мати на увазі, що для рішення задачі з пошуку оптимального маршруту, треба мати відомості про бокові і висотні габарити будь-яких споруд, що експлуатуються також іншими організаціями, але знаходяться на маршруті руху навантаження.

Для визначення водопропускної здатності середніх і малих мостів, а також труб, немає відповідного нормативного документа, що регламентує методику проведення відповідних розрахунків. Такі розрахунки можуть бути виконані згідно з положеннями [3], які, на наш погляд, не викликають ніяких сумнівів у своїй достовірності.

У разі пошуку оптимального маршруту перевезення негабаритного вантажу великої ваги може виникати необхідність визначити клас рухомого навантаження.

Цей клас може визначатися з використанням програми «CERRIAGE», що була розроблена співробітниками галузевої науково-дослідної лабораторії штучних споруд Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Ця програма має у своєму складі базу екіпажів, що обертаються на залізничній мережі держав СНД і Балтії, і призначена не тільки для визначення класів будь-якого рухомого навантаження, але і для визначення умов його пропуску по мосту.

Одним із режимів роботи системи експлуатації штучних споруд окремо взятої залізниці є режим «електронної картотеки», що дозволяє організувати збереження, зміну, доповнення і видачу карток штучних споруд.

За відсутності вітчизняного нормативного документа, діагностику й оцінку технічного стану і якості поточного утримання штучних споруд передбачається визначати відповідно до положень [4].

## Методи й алгоритми функціонування системи

До основних режимів роботи системи експлуатації штучних споруд відносяться:

- робота із системою;
- довідкова інформація;
- поповнення банку даних штучних споруд і внесення змін до нього;
- доповнення і внесення змін у банк дефектів штучних споруд;
- доповнення банку рухомого складу відомостями про нові екіпажі;
- рішення допоміжних задач.

Режим «довідкова інформація» дозволить одержати службову інформацію про прийоми роботи із системою.

Режим «поповнення банку даних» призначений для початкового заповнення банку даних штучних споруджень і подальшого його розширення.

Планується, що інформація, яка заноситься до бази даних штучних споруд, підрозділяється на декілька груп. До таких груп відносяться:

- місце розташування штучної споруди;
- загальні відомості про штучну споруду;

- відомості про конструкцію проїжджої частини безпосередньо на споруді;
- конструкція колії на підходах до штучної споруди;
- відомості, що характеризують прогінні будови мосту;
- опори мостів;
- відомості про вантажопідйомність мостів і шляхопроводів;
- характеристика регуляційних споруд;
- перелік найбільш суттєвих дефектів елементів штучної споруди;
- інші відомості.

У розділі бази даних «Місце розташування» вказується назва організації, що експлуатує споруду, місце знаходження штучної споруди за кілометражем ділянки, тип і назва перешкоди, яка пересікається залізницею.

У «Загальних відомостях» може приводитися інформація з вантажонапруженості ділянки залізниці, розмір споруди, кількість і розмір розрахункових прогонів, повна довжина споруди, отвір мосту або труби, наявність комунікацій на споруді.

У розділі про проїжджу частину на мосту і підходах необхідно вказувати габарит проїжджої частини, тип мостового полотна, кількість мостових брусів або залізобетонних безбаластних плит БМП, тип рейок і контррейок або контруктиків. Необхідні також відомості про їх кількість та дату укладання в колію.

Одним із найважливіших розділів бази даних штучних споруджень є розділ «Прогінні будови». У цьому розділі для кожної прогінної будови повинні вказуватися її тип (із будівельної механіки), розмір розрахункового прогону, рівень їзди, матеріал прогінної будови, маса металеві або об'єм залізобетонної прогінної будови, розрахункові норми і розрахункове навантаження, рік спорудження і рік встановлення в міст, відомості про габаритні розміри прогінної будови, назва проектної організації, відомості про підсилення прогінної будови тощо.

Для кожної опори мосту наводяться: номер по кілометражу лінії; тип опори; рік будівництва; відомості про матеріал тіла опори та облицювання, підферменіка і розчину кладки; тип фундаменту і глибина його закладання, об'єм кладки фундаменту і ґрунт основи.

У цьому ж розділі бази даних наводяться і відомості про цементацію кладки опори або влаштування залізобетонної сорочки.

У розділі «Регуляційні споруди» відзначається самий факт наявності або відсутності регуляційних споруд, описується їхня конструкція, наводяться відомості про наявність корчо-

ходу або льодоходу, вказується тип укріплення русла і конусів та його об'єм.

Дефекти споруд повинні наводитися окремо для основних елементів споруд, тобто для підходів, проїжджої частини, прогінних будов мосту, в залежності від матеріалу з якого вони виконані, опорним частинам, опорам, підмостовому руслу і регуляційним спорудам.

Режим «внесення змін» забезпечує поточну модифікацію інформації зі штучних споруд, занесених у банк даних.

Режим «робота з системою» є основним режимом автоматизованої системи експлуатації штучних споруд залізниці і призначений для рішення таких задач:

- сортування даних по заданому критерію;
- планування робіт;
- умов пропуску різноманітних навантажень;
- пошук маршруту проходження спеціального навантаження із пункту *A* в пункт *B* з урахуванням його габариту і повної маси.

Режим «рішення допоміжних задач» передбачає рішення інженерно-технічних задач, пов'язаних з експлуатацією споруд. До таких задач можуть відноситися:

- визначення вантажопідйомності прогінних будов залізобетонних і металевих мостів;
- категорій малих і середніх мостів за водопропускною здатністю;
- класифікація будь-яких рухомих навантажень;
- оцінка технічного стану споруд і якості їх поточного утримання.

Пошук і сортування інформації здійснюється за зазначеним користувачем системи переліком критеріїв і питань.

Під критерієм розуміється одна з загальних характеристик штучної споруди. Під питанням розуміється назва інформації або параметрів, на які повинні бути отримані відповіді.

Автоматизована система експлуатації штучних споруд у межах залізниці повинна містити набори можливих значень кожного критерію, який вибирається за допомогою відповідного меню.

Ті критерії, що не мають скінчених величин можливих значень, вибираються разом з умовою «більше», «менше» або «дорівнює».

Вся службова інформація бази даних під-розділяється на основну і додаткову. До основ-

ної інформації ставиться вся інформація, що утримується в картці споруди.

До додаткової інформації відноситься така:

- перелік всіх роздільних пунктів залізниці та роздільних пунктів інших залізниць, які знаходяться на межі з нею;
- перелік водотоків у межах залізниці;
- схема з'єднань роздільних пунктів між собою;
- перелік технічних умов на проектування штучних споруд;
- таблиця можливих дефектів штучних споруд;

Перелік задач, які розв'язуються в різних режимах роботи системи, наведені на укрупненій блок-схемі.

Пошук необхідної інформації в банку даних штучних споруд реалізований із забезпеченням максимально можливої швидкості його виконання. З цією метою інформація банку даних розбита на групи з урахуванням можливої частоти її використання. Кожному з можливих критеріїв присвоюється спеціальний двійковий код. Інформація про штучну споруду зберігається у вигляді інформаційного вектора.

Інформаційний вектор зображується упорядкованою послідовністю двійкових кодів і посилян на текстову інформацію.

Для виконання пошуку інформації з усіх споруд за один перегляд бази даних формується інформаційний вектор критеріїв пошуку (маска). Цей вектор являє собою набір кодів значень критеріїв у формі, аналогічній їхньому відображенню в базі даних.

### **Склад і функції інформаційної системи**

Система експлуатації штучних споруд залізниці повинна виконувати такі функції:

- забезпечувати санкціонований доступ до інформації зі штучних споруд і мати відповідну систему захисту інформації;
- забезпечувати пошук і сортування інформації відповідно до заданих критеріїв;
- розширювати і змінювати інформацію банку даних;
- забезпечувати відображення вихідної інформації на моніторі в зручній для користувача формі і формувати відповідні документи для виводу на принтер.

Санкціонований доступ до різних видів інформації зі штучних споруд забезпечується шляхом застосування багатоступеневої системи паролів.

Захист текстової і графічної інформації здійснюється її кодуванням із застосуванням спеціальних методів.

### **Склад графічної інформації системи**

Графічна інформація автоматизованої системи експлуатації штучних споруд:

- схема залізниці;
- схеми штучних споруд.

Схема залізниці, для якої розробляється система експлуатації штучних споруд, являє собою карту регіону з нанесеними на неї роздільними пунктами і призначена для вибору в діалоговому режимі маршруту проходження негабаритного вантажу.

Для відображення схеми штучної споруди в базі даних повинний бути передбачений спеціальний графічний редактор, що виконує вибір схеми прогінної будови, проміжної опори або стояна, труби, оголовка труби.

Передбачається такий порядок створення схеми споруди:

- задаються основні геометричні розміри моста;
- указується кількість прогінних будов;
- з бібліотеки редактора вибираються необхідні графічні зображення елементів споруд, із котрих і набирається його схема.

При реалізації системи попередньо повинні бути затверджені форми карток штучних споруд, придатних для машинного опрацювання і збереження в пам'яті ЕОМ.

### **Висновки**

Для успішної роботи системи експлуатації штучних споруд необхідно щоб первісну інформацію заносили безпосередньо робітники дистанцій колій, що краще за всіх знають ситуацію на спорудах, які вони експлуатують, і можуть оперативно вносити будь-які зміни в систему. Ці зміни повинні оперативно по лініях зв'язку передаватися в головну ЕОМ, яка встановлена у відділі штучних споруд служби колії залізниці і використовується для управління утриманням штучних споруд.

На жаль, в умовах обмеженого фінансування зазначеного напрямку робіт виконавці стикаються з достатньо серйозними труднощами. Це обумовлено тим, що для створення системи експлуатації штучних споруд треба виконати великий обсяг робіт з створення баз даних штучних споруд, рухомого складу, дефектів штучних споруд.

Дуже велика складність, під час створення бази штучних споруд, полягає і в тому, інформація щодо великої кількості споруд носить конфіденційний характер. Це, в свою чергу, не дає можливості заносити її до загальної інформації, оскільки потрібні надійні системи захисту інформації.

У разі відсутності повної інформації по штучним спорудам неможливо у повній мірі використовувати можливості системи експлуатації штучних споруд. Без повної інформації неможливо ні планувати роботи по штучним спорудам, ні вести пошуки оптимальних маршрутів з негабаритними вантажами великої ваги. У такому разі система експлуатації споруд перетворюється лише в інформаційну систему з дуже малими можливостями.

Важливу роль відіграє і людський фактор, а саме той факт, що одні робітники не розуміють необхідності створення сучасних систем експлуатації споруд з використанням ПЕОМ і користуються методами роботи, які в передових

підприємствах давно відійшли в минуле, а інші просто не зацікавлені у створенні таких систем.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Правила визначення вантажопідйомності балкових залізобетонних прогонових будов залізничних мостів / В. І. Борщов, К. І. Солдатов, В. П. Тарасенко та ін. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2003. – 404 с.
2. Галузевий стандарт ГСТУ з2.6.03.111-2002 Правила визначення вантажопідйомності металевих прогонових будов залізничних мостів – К.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2003. – 387 с.
3. Бегам Л. Г., Волченков Г. Я. Водопроектная способность мостов и труб. – М.: Транспорт, 1973. – 191 с.
4. Положение по оценке состояния и содержания искусственных сооружений на железных дорогах Союза ССР. – М.: Транспорт, 1991. – 29 с.

Надійшла до редколегії 28. 01.04