

рисунка на керамическую плитку перспективным направлением в дизайне последней.

НЕРУБАЦЬКИЙ В. П., *к.т.н., доцент*

Український державний університет залізничного транспорту

ГОРДІЄНКО Д. А., *аспірант*

Український державний університет залізничного транспорту

м. Харків, Україна

ІНТЕГРАЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ПЛАНУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЦЬ

Планування заходів з технічного обслуговування обладнання інфраструктури залізниць передбачає прийняття рішень людиною з урахуванням інформації. Зі збільшенням попиту на нові залізничні послуги та модернізацію інфраструктури, необхідно передбачувати зростаюче число несправностей. Для цього потрібні системи, які не тільки підтримують процес прийняття рішень, а й економічно планують необхідне обслуговування в автономному режимі [1].

Для досягнення автоматизованого планування і зниження вимог до витрат на технічне обслуговування використовується інтегрований підхід [2, с. 3]. Інтеграція автоматизованої системи планування технічного обслуговування інфраструктури залізниць вимагає застосування принципів системної інженерії та об'єднання даних. Великий розмір і характер національної залізничної інфраструктури та її складне функціонування вимагають аналізу будь-якої системи, яка повинна бути розбита на керовані сегменти [4, с. 5].

Для того, щоб забезпечити ефективну передачу даних для переходу до прийняття рішень, рання стадія формування архітектури синтезу є важливою [6]. Вимоги і пріоритети реєструються з використанням різних інструментів, таких як інтелектуальні карти, блок-схеми. Обробка великої кількості несправностей може призвести до неефективного планування технічного обслуговування, а також до неправильної діагностики помилок людини [7].

Автоматизована система планування технічного обслуговування не повинна покладатися на людей для своєчасного виконання оптимальних дій з технічного обслуговування. Щоб досягти цього рівня автономії, система повинна спочатку мати можливість точно визначити, коли може виникнути несправність, після чого вивести і визначити оптимальну рентабельну послідовність обслуговування.

Вимоги, що висуваються до автоматизованої системи планування технічного обслуговування, наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Вимоги до системи планування технічного обслуговування

Характеристики	Вимоги
Автономність	Автономне реагування на несправність і планування робіт з технічного обслуговування з мінімальними витратами
Структура витрат і точність	Оцінка загальних витрат на технічне обслуговування шляхом комплексного аналізу несправностей
Запобігання несправностей	Більш чітка ситуаційна обізнаність, максимальне використання даних і скорочення обсягу зберігання і управління даними
Візуалізація	Система повинна відображати інформацію про планування, ресурси і витрати в зрозумілій формі для оцінки ризиків з використанням панелей моніторингу
Сумісність платформ	Більш проста інтеграція і узгодження з існуючими інфраструктурними системами, потоками даних, базами даних
Дотримання залізничних стандартів і норм	Система повинна підтверджувати стандартні процедури, протоколи залізниць і включати в себе знання поточних процесів

На основі вимог, що наведено в табл. 1, запропоновано чотири компоненти робочого потоку в автоматизованій системі планування технічного обслуговування:

– оцінка стану обладнання і аварійні сигнали – метою цього компонента є аналіз наявності несправного обладнання і своєчасна передача аварійних сигналів для планування обслуговування;

– планування і складання графіків – метою цього компонента є автоматизація оптимізованої послідовності завдань обслуговування і створення дієвих графіків технічного обслуговування з урахуванням основних параметрів експлуатаційного обслуговування, таких як час, вартість і доступність персоналу;

– аналіз вартості – метою цього компонента є виконання прямої оцінки витрат, а також стратегічних факторів, пов'язаних з запланованим обслуговуванням;

– інтеграція високого рівня – метою цього компонента є використання вихідних даних робочого потоку для функціонального об'єднаного виходу системи та візуальне представлення в графічному інтерфейсі.

Архітектуру автоматизованої системи планування технічного обслуговування з використанням принципів об'єднання даних і моніторингу стану обладнання наведено на рис. 1.

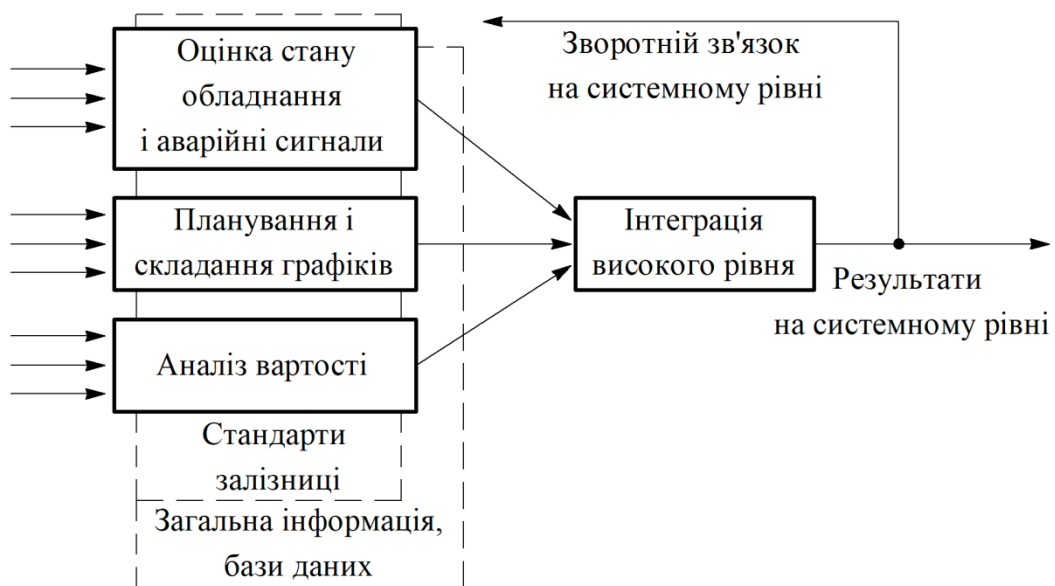


Рис. 1. Архітектура автоматизованої системи планування технічного обслуговування

Очікувані вихідні дані від перших трьох компонентів, оцінки стану несправностей і аварійних сигналів, планування і складання розкладу, а також аналіз витрат стають вхідними даними для компонента інтеграції.

Вихідні дані системи інтеграції забезпечують оптимізований вплив, доступність, вартість і потужність, засновані на стані працездатності обладнання. Цикл зворотного зв'язку постійно покращує цей процес.

В архітектурі також використовуються базові компоненти «загальна інформація» і «бази даних». Загальна інформація відноситься до джерел введення, які використовуються різними компонентами в процесі аналізу.

Бази даних зберігають інформацію і вхідні дані для процесів, такі як критерії залізничних стандартів, правила, цифрові карти, процеси і завдання технічного обслуговування.

Завдання системи полягає в тому, щоб продемонструвати інтеграцію моніторингу стану, алгоритмів планування і складання графіків, а також аналізу

витрат для автоматичного планування великої кількості завдань технічного обслуговування.

Автоматизована система планування технічного обслуговування демонструє, як реальний набір даних при несправностях та перевірках може бути перетворений в дискретну кількість сигналів тривоги про серйозність наслідків несправностей. Ці сигнали тривоги запускають алгоритм планування, який виводить оптимізований план втручання з урахуванням ряду змінних вартості.

Список використаних джерел

1. Liden T. Railway infrastructure maintenance – a survey of planning problems and conducted research. *18th Euro Working Group on Transportation Conference*. 2015. Vol. 10. P. 574–583. DOI: 10.1016/j.trpro.2015.09.011.

2. Luan X., Miao J., Meng L., Corman F., Lodewijks G. Integrated optimization on train scheduling and preventive maintenance time slots planning. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. 2017. Vol. 80. P. 329–359. DOI: 10.1016/j.trc.2017.04.010.

3. Nerubatskyi V. P., Hordiienko D. A. Intellectual system of traction power supply of electric rolling stock. *Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference «Applied Scientific and Technical Research»* (Ivano-Frankivsk, April 1–3, 2020). Ivano-Frankivsk: VasylStefanykPrecarpathianNationalUniversity, 2020. Vol. 2. P. 111–113.

4. Нерубацький В. П., Гордієнко Д. А. Контроль і планування енерговикористання на залізничному транспорті. Матеріали VII міжнародної науково-практичної конференції «Людина, суспільство, комунікативні технології» (Харків–Лиман, 26–27 червня 2019 р.). Харків–Лиман, 2019. С. 227–230.

5. Turner C., Ravi P., Tiwari A., Starr A., Blacktop K. A software architecture for autonomous maintenance scheduling: scenarios for UK and European rail. *International Journal of Transport Development and Integration*. 2017. Vol. 1, Issue 3. P. 371–381. DOI: 10.2495/TDI-V1-N3-371-381.

6. Liden T., Joborn M. An optimization model for integrated planning of railway traffic and network maintenance. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. 2017. Vol. 74. P. 327–347. DOI: 10.1016/j.trc.2016.11.016.

7. Нерубацький В. П., Гордієнко Д. А. Інтелектуальне багаторівневе управління на залізничному транспорті. Тези доповідей першої міжнародної науково-технічної конференції «Інтелектуальні транспортні технології» (Трускавець–Харків, 24–30 січня 2020 р.). Харків: УкрДУЗТ, 2020. С. 90–92.