

І.В. Жуковицький, В.В. Скалозуб

**ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ЗАСОБАМИ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ**

Анотація. В статті викладений огляд ряду методів інтелектуальних систем, що можуть бути використані в системах управління на залізничному транспорті, в розробці і впровадженні яких автори брали безпосередню участь.

Ключові слова: автоматизовані системи управління на залізничному транспорті, інтелектуальні транспортні системи, аналітичні сервери.

Вступ. Глибоке реформування залізничного транспорту України що відбувається у теперішній час, спрямоване на його всебічне оновлення, підвищення ефективності, привабливості для споживачів транспортних послуг і забезпечення загальної конкурентоспроможності. На основі розвитку транспортних технологій, технічних засобів та автоматизованих систем залізниць вирішується широке коло важливих завдань щодо підвищення ефективності перевезень та процесів експлуатації, зниження впливу транспорту на навколишнє середовище, посилення взаємодії різних видів транспорту при вирішенні широкого спектру логістичних та інших завдань забезпечення перевезень. Сучасні автоматизовані системи (АСУ) залізничного транспорту, зокрема у багатьох випадках застосовують методи і технології інтелектуальних транспортних систем (ІТС) або їх окремих складових, засобів супутникової навігації, всебічно використовуються технології баз даних і знань, складні протоколи взаємодії рухомих об'єктів, а також підсистем інфраструктури ін.

В роботі наводяться деякі результати розвитку або удосконалення інформаційних технологій, які базуються на формуванні узагальнених математичних моделей транспортних процесів, вирішенні завдань застосування інтелектуальних моделей, методів та засобів для

АСУ сучасного залізничного транспорту. А саме: проблематика застосування сучасних інформаційних і телекомунікаційних технологій на основі глобальних навігаційних систем стеження (GPS, ГЛОНАС [1]) для інтелектуального моніторингу та управління локомотивами на великих металургійних підприємствах; підвищення ефективності процесів експлуатації локомотивного парку (ПЕЛП) залізниць на основі удосконалення системи автоматизації моніторингу стану локомотивів, метод інтерактивної динамічної оптимізації розподілу локомотивів для роботи в поїздах. Для реалізації цих, а також інших методів ІТС запропоновано використовувати спеціалізовані сервери застосувань – інтелектуальні сервери, що мають входити до складу автоматизованої системи керування вантажними перевезеннями УЗ – АСК ВП УЗ-Є [2].

Розробка програмно-технічних засобів системи інтелектуального моніторингу та управління локомотивами має відмінність у формуванні на основі глобальних навігаційних систем стеження спеціалізованих засобів автоматизації, призначених для різних типів термінальних пристроїв – стаціонарних та мобільних [3]. При реалізації проекту використані методи GPS моніторингу, інтелектуальних систем, комп'ютерна графіка, технології баз даних, сучасні методи та засоби розробки програмного забезпечення систем. В автоматизованій системі моніторингу тягового рухомого складу (АСМТРС) за рахунок інтеграції стаціонарних і мобільних пристроїв передбачено забезпечення інтелектуальної підтримки процесів управління рухомими об'єктами, що дозволяє використовувати оперативні дані. Створювана клієнт – серверна система реалізує технологію організації баз даних на стаціонарних та мобільних пристроях, що використовують операційну систему iOS, а також фреймворк CoreData, як додатковий механізм з оптимізації роботи з SQL базою даних із специфічним синтаксисом та операторами управління даними. При розробках серверної складової проекту було досліджено формати обміну даних між сервером та клієнтом, з метою вибору оптимального. Як показав порівняльний аналіз, перевагу має формат JSON [3].

Підсистема моніторингу і управління для мобільних пристроїв розроблена засобами компільованої об'єктно-орієнтованої мови програмування Objective-C, що побудована на основі мови C та парадигм

Smaltalk. Для розробки серверного програмного забезпечення застосовані мова PHP і середовище Sublime Text 2.

Оцінки ефективності інтелектуальної системи моніторингу і керування АСМТРС локомотивами для ВАТ «Запоріжсталь» визначаються підвищенням економічних показників роботи транспортного комплексу підприємства: економія паливо-мастильних матеріалів 18 – 30 %, скорочення терміну простою 10 – 15 %, скорочення невиробничих простоїв до 30 %. Також відзначається автоматизація процесів маршрутизації транспорту і планування робіт та підвищення безпеки та точності руху транспортних засобів.

Завдання з удосконалення системи автоматизації моніторингу стану локомотивів на основі методів інтелектуального управління являються актуальними для ефективної роботи залізниць України. Значна увага приділяється використанню результатів моніторингу для контролю технічного стану та технологічних процесів. Зараз на залізницях моніторинг параметрів локомотивів може здійснюватися діагностичною системою «Магістраль-ВЛ11», яка вимірює до 26 аналогових та 54 дискретних параметрів, а також фіксує вихід параметрів за межі встановлених значень. В момент виходу одного з контрольованих параметрів за встановлені межі допустимих значень автоматично записуються також величини всіх інших параметрів локомотива. Зазначена система має ряд недоліків, основним з яких являється нерегулярна фіксація і зберігання значень параметрів (тільки при виході /поверненні значень параметрів за встановлені межі), відсутність засобів аналізу та інтерпретації даних.

У роботі досліджено наступні підходи до підвищення ефективності моніторингу процесів експлуатації локомотивного парку (ПЕЛП): технічний та програмний. Вдосконалення системи «Магістраль-ВЛ11» виконано за рахунок розробки нового математичного і програмного забезпечення, яке в значній мірі усуває наведені недоліки. Розроблювана система представляє компоненту залізничної інтелектуальної транспортної системи, і дозволяє використовувати дані з існуючої системи діагностики. Вона базується на логічній моделі комплексу, яка представляє кожен з параметрів у вигляді агрегованого часового ряду, утвореного з рівнів цього параметра на певний момент часу, їх максимального та мінімального допустимих рівнів. Припускається можливість вимірювання деякого параметру

на кількох рівнях, а тож через встановлений часовий період. Виконується аналіз щодо виявлення можливих залежностей між параметрами, визначення впливу рівнів на стани локомотиву. В ній реалізовано процедури структурного моделювання, що дозволяє обґрунтовано обрати математичне представлення залежностей досліджуваних параметрів об'єкту. При цьому вирішується завдання щодо формування багаторівневих структурних моделей процесів експлуатації локомотивів на основі застосування методу і критерію ідентифікації направленості стохастичних залежностей між параметрами технічних систем, отриманими на основі аналізу [4].

Застосування розроблених засобів дозволяє отримувати більш повну і структуровану інформацію про стан локомотива, попереджувати вихід з ладу вузлів локомотива та планувати ПЕЛП. Також сформовано завдання щодо визначення раціональної послідовності проведення технічного огляду і ремонту локомотивів на основі параметрів поточного стану. Як підсумок – сформовано структуру та функції компонентів математичного та програмного забезпечення із підвищення функціональної ефективності системи автоматизації моніторингу процесів експлуатації локомотивів засобами системи «Магістраль-ВЛ11».

Розробка методів інтерактивної динамічної оптимізації розподілу локомотивів для роботи в поїздах [5] має за мету раціональне призначення локомотивів для транспортування составів поїздів, що зароджуються на полігоні керування. Це дозволяє забезпечити своєчасності й економічності перевезень при виконанні технологічних обмежень.

Кожний з варіантів призначення j -го локомотива для транспортування i -го состава поїзда може бути охарактеризований набором відповідних витрат s_{ij} і набором технологічних обмежень g_{ij} .

Стосовно оцінки очікуваних витрат на основі прогнозування в умовах неповної інформації доречно використовувати підхід теорії статистичних розв'язків, де широко застосовується критерій ризику. Під ризиком тут розуміється імовірнісна оцінка очікуваних витрат, які пов'язані з невизначеністю в керуванні. У рамках даного завдання поточне планування передбачає аналіз різних комбінацій призначення локомотивів під состави поїздів. Для оптимізації плану тут доречно застосувати модель “завдання про призначення” [6], у якій

перебуває розподіл m ресурсів для виконання n робіт, що мінімізує сумарні витрати. При цьому оптимізація виконується на базі матриці витрат S . Оптимальному плану відповідає вектор $J \{j_1, \dots, j_n\}$, що включає номери ресурсів, призначених для виконання всіх робіт.

Відзначимо, що у відомій постановці завдання планування розподілу локомотивів у рамках моделі “завдання про призначення” передбачається, що значення витрат s_{ij} фіксовані. Звідси випливає важливий недолік такої постановки. Зокрема, вибір локомотивів для поїздів, що мають високий ступінь готовності, мабуть, повинен мати пріоритет (що враховується на практиці), але це ніяк не відбивається в згаданій постановці завдання.

Облік ризиків у складі очікуваних витрат дозволяє зняти зазначене протиріччя. Ключовим моментом для ефективного використання пропонованого підходу є достовірна оцінка точності прогнозування подій, від яких залежить ризик. При цьому розробка й дослідження методів такого прогнозування являє собою окреме завдання.

Призначення й сутність аналітичних серверів АСК ВП УЗ-Є полягає в тому, що, вочевидь, інтелектуальні систем на залізничному транспорті мають ряд спільних завдань і функцій, які в рамках АСК ВП УЗ-Є повинні опиратися на загальну інформаційну базу й загальні методи реалізації. Тому доцільно уніфікувати процедури створення таких систем й підготувати методики їх ефективної реалізації. Для подібних підсистем керування запропоновано використовувати термін “Аналітичні сервери” – АС [6]. Системи АС призначені для уніфікації розробки процедур підтримки підсистем прийняття рішень (ППР), щоб на основі інформаційного фундаменту АСК ВП УЗ-Є забезпечити інформаційно-аналітичну підтримку управлінських рішень для керівного, інженерно-технічного й диспетчерського персоналу УЗ.

Системи АС повинні орієнтуватися на ряд загальних принципів:

Принципи створення та використання інформаційної бази полягають в тому, що АС мають спиратися на повну інформаційну базу АСК ВП УЗ, із автоматизованим створенням “бази знань”.

Принципи взаємодії АС з користувачем виходять з того, що в рамках АС мають бути реалізовані як суто інформаційний, так і інформаційно-радний режим підтримки управлінських рішень.

Принцип стандартизації послуг АС виходить з того, що при наявності широкого кола різноманітних інформаційних послуг вони пропонуються користувачеві у чітко специфікованому вигляді, який дозволить легко орієнтуватись в їх призначенні та якісних характеристиках.

Принципи системної організації АС засновані на відкритості архітектури як фундаментального принципу сучасних інформаційних систем.

Висновки. В результаті вирішення наведених вище завдань були сформовані компоненти інтелектуальних систем залізничного транспорту, які базуються в значній мірі на даних інформаційних моделей залізничних автоматизованих систем та призначені для застосування у них, в першу чергу – системи керування вантажними перевезеннями Укрзалізниці АСК ВП УЗЄ.

Для практичного використання оглянутих методів доцільно використовувати спеціально розроблені аналітичні сервери, які повинні входити до автоматизованої системи високого рівня (наприклад, АСК ВП УЗЄ).

ЛІТЕРАТУРА

1. Петров А. В. Автоматизация транспортной логистики ГЛОНАСС/GPS мониторинг [Электронный ресурс] / Петров А.В. // Автоматизация транспортной логистики. – 2008. – Режим доступа: <http://www.itob.ru>.
2. Цейтлин С.Ю. Типовые проектные решения для создания АСУ ВП УЗ-Е // С.Ю. Цейтлин, В.К. Башлаев / Тезисы Международной научно-практической конференции "Современные информационные технологии на транспорте, в промышленности и образовании", Днепропетровск. - 2008. - С. 31-32
3. Скалозуб В. В. Інтелектуальні системи GPS моніторингу та керування на залізничному промисловому транспорті [Текст] / Скалозуб В. В., Заєць О. П., Кузнецов М. В., Пирогов С. О., Чередник В. В.//Зб. наук. пр. «Питання прикладної математики і математичного моделювання», - Дніпропетровськ: Вид-во «Ліра», 2014. – С. 218 – 228.
4. Скалозуб В.В. Многоуровневое структурное моделирование по результатам наблюдений на основе критериев идентификации направленности зависимостей переменных [Текст] / Скалозуб В. В. // Зб. наук. пр. «Математичне моделювання». - Дніпродзержинськ: ДДТУ, 1(4), 2000, – С. 51 – 54.
5. Жуковицкий И.В. Метод интерактивной динамической оптимизации распределения локомотивов для работы в поездах на основе оценки рисков / И.В. Жуковицкий, А.Б. Устенко, О.Л. Зиненко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2006. – № 4. – С.86-91.
6. Жуковицкий И.В. Проблемы унификации аналитических процедур в единой автоматизированной системе управления грузовыми железнодорожными перевозками Украины / И.В. Жуковицкий, В.В. Скалозуб // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2011. – № 4. – С. 86–90.