

СКАЛОЗУБ В.В., д.т.н., професор,
ЖУКОВИЦЬКИЙ І.В., д.т.н., професор,
УСТЕНКО А.Б., к.т.н., доцент, (ДНУЗТ)
ЗІНЕНКО О.Л., к.т.н. (ДНДЦ УЗ)

Принципи побудови єдиної автоматизованої системи локомотивного господарства УЗ (АСУ Т)

Особливості локомотивного господарства УЗ

Локомотивне господарство (Т) є одним з найважливіших елементів інфраструктури залізничного транспорту, від організації роботи якого значною мірою залежать як стійкість роботи дороги, так і собівартість перевезень. Воно характеризується автономністю вхідних в неї різних за призначенням господарсь-

ких підсистем і організаційних ланок, багаторівневим інформаційним взаємозв'язком і необхідністю жорсткого і централізованого управління.

Локомотивне господарство безпосередньо забезпечує ресурсами – тяговим рухомим складом (ТРС) та локомотивними бригадами – основний технологічний процес залізничного транспорту: перевезення вантажів та пасажирів. Звідси походять базові характеристики локомотивного господарства як системи (рис.1):

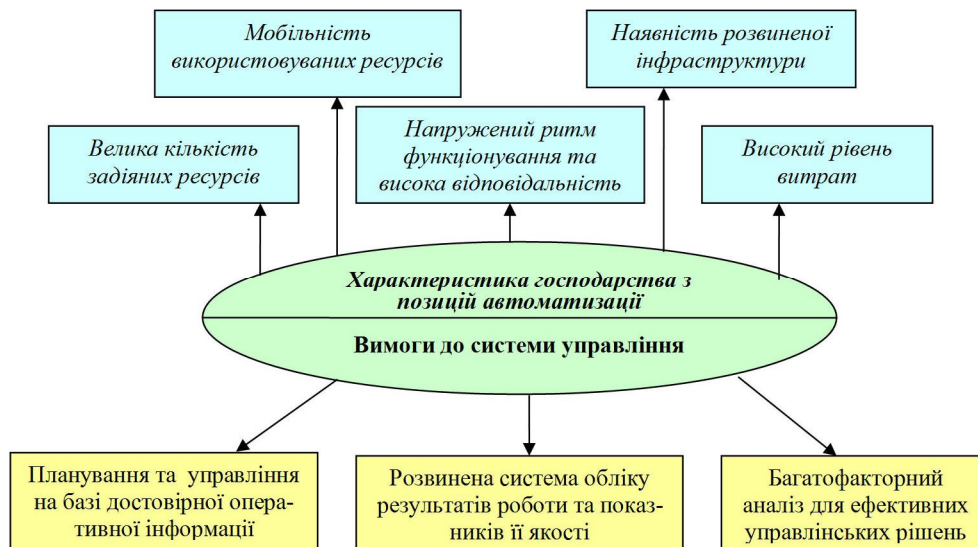


Рис.1. Локомотивне господарство, як об'єкт управління

- *велика кількість задіяних ресурсів*, які використовуються на обширній території. В перевезеннях на шести залізницях України використовуються понад 4400 магістральних та біля 1600 маневрових локомотивів, а також понад 1450 секцій електропоїздів і 350 секцій дизель-поїздів;

- *напружений ритм функціонування та висока відповідальність*. Від рівня готовності ресурсів залежить своєчасність виконання перевезень, а також значною мірою – безпека руху. Цей рівень також впливає на більшу частину показників якості перевезень. *Мобільність використовуваних ресурсів*. Достовірна інформація про поточний стан локомотивів та бригад необхідна з високою оперативністю як для

ефективного управління експлуатацією, так і для планування ремонтних робіт;

- *наявність розвиненої інфраструктури*. В Україні діють 68 основних і 41 оборотних локомотивних депо, 4 локомотиворемонтних підприємства. Крім того інфраструктура господарства включає велику кількість різноманітних допоміжних підприємств (пункти технічного обслуговування локомотивів, пункти екіпіровки, склади палива та мастил, пункти зміни локомотивних бригад тощо);

- *високий рівень витрат*. На витратність локомотивного господарства безпосередньо впливають зростаючі ціни на паливно-енергетичні ресурси та оплата праці великої кількості персоналу. В цілому витрати

по господарству складають біля 30% витрат по всьому залізничному транспорту.

На діяльність господарства суттєво впливає також виробленість ресурсу великої долі локомотивного парку. На тлі поступового підвищення обсягів перевезень це викликає напруження в забезпеченні якісного та своєчасного ремонту і обумовлює додаткові вимоги до ефективного використання залізничного парку ТРС. визначають базові вимоги до системи управління локомотивним господарством:

- необхідність гнучкого оперативного планування та управління, яке має спиратись на своєчасну та достовірну інформацію про стан та використання ресурсів;

- високі вимоги до забезпечення економічності, а звідси необхідність використання розвиненої системи обліку результатів роботи та показників її якості; ефективність та погодженість на всіх рівнях управлінських рішень, які мають спиратись на аналіз великої кількості динамічних факторів.

Завдання по створенню АСУ Т

На сучасному етапі розвитку відповідність цим вимогам можлива тільки за умовою створення єдиної інтегрованої інформаційної системи локомотивним господарством – АСУ Т [1]. Така система повинна забезпечити сучасний, якісно новий рівень використання інформаційних технологій роботи та процесів управління локомотивного господарства залізниць України на основі єдиної програми інформатизації. За рахунок створення і запровадження автоматизованих технологій і засобів системи АСУ Т підвищиться ефективність управління локомотивним господарством, зменшаться витрати на утримання і обслуговування тягового рухомого складу (ТРС) при забезпеченні підвищення безпеки руху поїздів, підвищенні продуктивності та покращенні умов праці робітників. Одним із головних завдань створення АСУ Т є забезпечення техніко-технологічних, інформаційно-аналітичних, організаційних та інших засад для впровадження безпаперової технології та електронного підпису при управлінні локомотивним господарством. Збір даних про процеси перевезень, усі процеси експлуатації і ремонту ТРС тощо, мають бути створені умови для запровадження сучасних і новітніх технологій управління на залізничному транспорті України, в тому числі в умовах структурного реформування галузі і господарства, яке передбачене Концепцією Державної програми реформування залізничного транспорту, затвердженою розпорядженням Кабінету Міністрів України від 27.12.2006 №651-р.

Згідно із головними задачами локомотивного господарства – забезпеченням належного рівню готов-

ності достатньої кількості тягового рухомого складу і локомотивних бригад, а також ефективної експлуатації цих ресурсів, базовими технологічними процесами є:

- оперативне планування і управління експлуатацією ТРС та використанням бригад;

- ремонт та технічне обслуговування ТРС;

Поряд із цим комплекс технологій локомотивного господарства включає ряд наступних важливих комплексних технологій: забезпечення парку ТРС паливом та витратними матеріалами; підготовка кадрів; підтримка і розвиток технічної бази господарства; підтримка і розвиток інфраструктури; забезпечення безпеки руху; матеріально-технічне забезпечення діяльності підприємств. При створенні нової інтегрованої системи автоматизації необхідно передбачати акцент на аналітичну складову в задачах підтримки планування та управління експлуатацією ресурсів і на оперативність планування ремонтних робіт на базі автоматизації діагностики стану локомотивів.

Виконаний аналіз дозволяє також виділити найбільш важливі риси майбутньої системи. Зокрема, АСУ Т повинна:

- інтегрувати всі існуючі та майбутні засоби автоматизації управління локомотивним господарством на єдиній платформі;

- забезпечити оперативність інформації про стан, дислокацію та використання об'єктів управління;

- надати управлінському персоналу ефективні засоби оперативного аналізу інформації та підтримки рішень з планування та управління.

В ситуації, яка існує нині в галузі автоматизації управління перевезеннями в якості загальної платформи для створення АСУ Т доцільно вибрати систему АСК ВП УЗ [2,3]. В межах цієї системи реалізований сучасний механізм контролю достовірності інформації, її надійного зберігання в “сховищі даних” та обслуговування користувачів з використанням гнучкої багаторівневої структури серверів застосувань. Відкрита архітектура АСК ВП УЗ пристосована для поширення функцій системи, зокрема, з використанням нових технологій і нових рішень з автоматизації, які на даному етапі складно передбачити в повному обсязі.

Архітектура АСУ Т

У відповідності із сучасними вимогами до інформаційних систем подібного класу, а також згідно з принципами відкритої архітектури АСК ВП УЗ-Є, яка обирається в якості платформи, структура системи АСУ Т має бути трьохрівневою (рис.2):

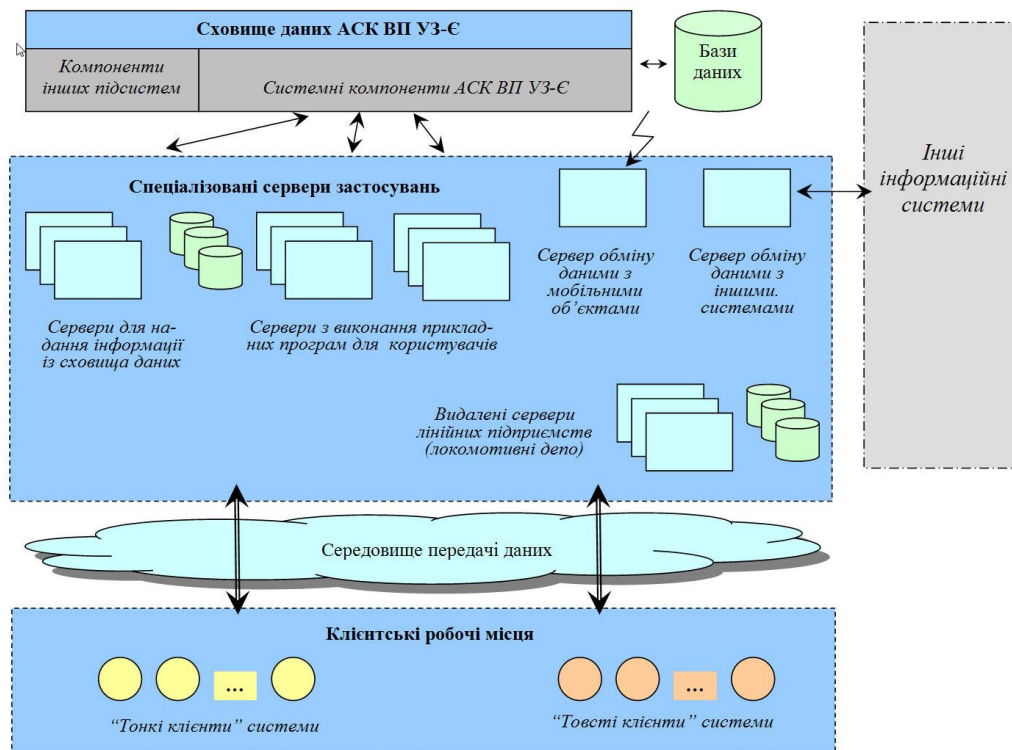


Рис. 2. Узагальнена структура системи

- для забезпечення надійного зберігання інформації, яка необхідна великій кількості користувачів, а також для контролю достовірності такої інформації на першому рівні структури використовуються потужні сервери баз даних, а також високопродуктивні пристрої зовнішньої пам'яті (сховище даних);

- для забезпечення ефективного обслуговування користувачів прикладних програм системи, а також виконання ряду допоміжних функцій на другому рівні передбачається використання спеціалізованих серверів застосувань (як правило, у вигляді РС-серверів). Сервери застосувань можуть розташовуватись як в складі вузлів АСК ВП УЗ-Є, так і на території лінійних підприємств;

На підставі створення єдиної АСУ Т має бути можливим запровадження уніфікованих автоматизованих методик із оперативного аналізу даних, прогнозування параметрів процесів і оптимізації завдань щодо планування роботи локомотивного парку і локомотивних бригад. Вимоги до зазначених методик являють сукупність математичних моделей процесів і задач, методів їх дослідження, а також відповідних технологічних, інформаційних і програмних засобів, спрямованих на реалізацію цілей розрахунків на основі передбачених вихідних даних. Методики аналітичної підтримки процесів управління АСУ Т повинні бути спрямовані на розробку компонентів, призначених для автоматизації і ефективного вирішення завдань оперативного аналізу даних, діагностування стану процесів та їх прогнозування, оптимізації параметрів оперативного планування. У цілому вони повинні

забезпечити ефективну підтримку процесів прийняття рішень на усіх етапах формування оперативних планів за участю спеціалістів на різних рівнях системи управління роботою локомотивного парку і локомотивних бригад.

Використання аналітичних серверів в АСУ Т

Але поки що не були створені її підсистеми, які б забезпечували достатньо повний контроль показників використання ТРС (зокрема на основі номерного обліку), а також підтримку управлінських рішень персоналу з використанням відповідних сучасних засобів прогнозування та оптимізації процесів перевезень та використання ТРС на основі моделювання. Зрозуміло, що такі підсистеми матимуть ряд спільних функцій та можуть спиратися на спільні методи їх реалізації, тож доцільно координувати їх створення і підготувати засади до їх певної уніфікації. Для означення подібних підсистем управління запропоновано [4] використовувати термін "Аналітичні сервери" – АС.

Призначення АС полягає в тому, щоб, спираючись на інформаційний фундамент АСК ВП УЗ-Є, забезпечувати безпосередню інформаційну підтримку управлінських рішень керівного, інженерно-технічного та диспетчерського персоналу УЗ (рис.3).

Орієнтація на ефективність підтримки конкретних управлінських функцій визначає необхідність створення комплексу або сімейства АС, які мають спеціалізуватись на різних типах задач

управління вантажними перевезеннями [5], зокрема управління локомотивними парками (АС УЛП) [6].

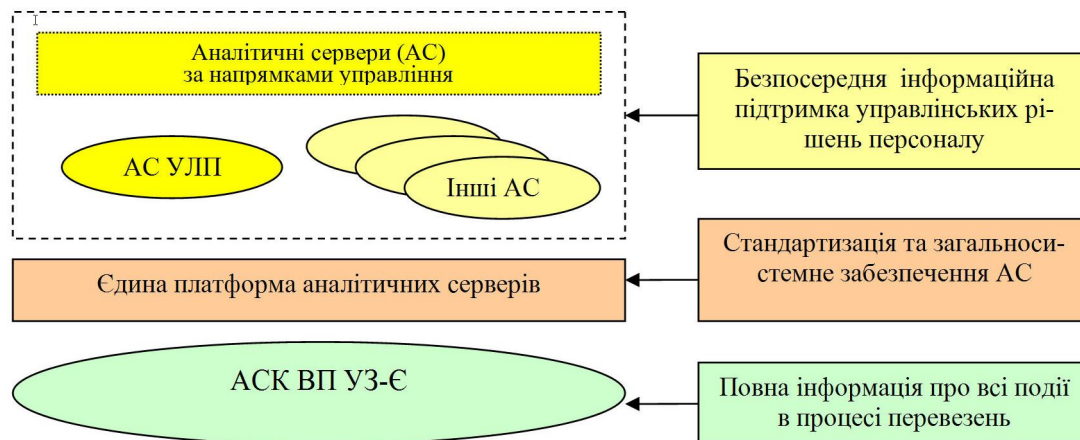


Рис.3. Призначення АС і взаємодія з АСК ВП УЗ-Є

Принципи взаємодії АС з користувачем виходять з того, що в рамках АС мають бути реалізовані як суто інформаційний, так і інформаційно-радіальний режим підтримки управлінських рішень. В останньому випадку використовується інтерактивний режим взаємодії АС та користувача при виборі оптимальних управлінських рішень, коли досвід та більш детальна інформованість управління про особливості оперативної ситуації поєднуються з широкими можливостями системи з кількісної оцінки ефективності варіантів управління та зручного відображення ситуації управління. Використання аналітичної інформації можна виділити три основні категорії користувачів АС УЛП:

- *керівний персонал*, для якого необхідно в першу чергу аналізувати показники ефективності використання ТРС (в тому числі по структурних підрозділах), а також виконання планових завдань;
- *інженерно-технічний персонал*, для якого разом з функціями аналізу показників ефективності та виконання планових завдань необхідно забезпечити підтримку складання та оптимізації планів використання ТРС;
- *оперативно-диспетчерський персонал*, для якого найбільш важливими є функції одержання та аналізу інформації, що характеризує поточну ситуацію управління, а також підтримки оперативних управлінських рішень (рис.4).

Вочевидь функціональний склад АС для перших двох категорій персоналу є досить спорідненим: він базується в першу чергу на аналізі фактичних та планових показників використання локомотивних парків. Напроти, функції АС для оперативно-диспетчерського персоналу зорієнтовані на аналіз оперативної інформації та оптимізацію оперативного управління, тобто суттєво відрізняються.

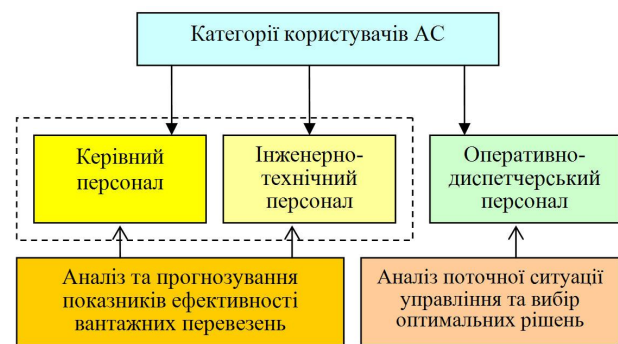


Рис.4. Напрямки створення АС

Виходячи з цього доцільно розглядати створення двох платформ АС, які призначені відповідно для керівного та інженерно-технічного персоналу, а також для оперативно-диспетчерського персоналу.

Загальна класифікація функцій АС

Доцільно виділити суттєво відмінні категорії функцій АС:

- базові функції, які мають входити до складу платформ АС (тобто, є спільними для різних модифікацій аналітичних серверів);
 - прикладні функції, які відповідають задачам АС для конкретної категорії користувачів.
- До складу базових функцій мають входити:
- одержання та аналітичну обробку даних;
 - прогнозування динаміки процесу перевезень та його показників;
 - підтримка оптимізації управлінських рішень;
 - оцінка очікуваних наслідків управління;
 - адміністрування аналітичного серверу.

Математичні моделі та методи, що можуть бути використані для прогнозування динаміки процесу перевезень та його показників, підтримки оптимізації управлінських рішень, тощо викладені, наприклад, в [7,8].

Склад прикладних функцій має визначатись в ході розробки конкретних АС.

Окремі функції підтримки управлінських рішень працівниками локомотивного господарства УЗ вже реалізовано в складі окремих аналітичних серверів [6]

Висновки

Особливості локомотивного господарства УЗ зумовлюють необхідність використання для його управління особливої автоматизованої системи – АСУ Т. Ця система повинна бути складовою частиною єдиної АСУ вантажними перевезеннями УЗ (АСК ВП УЗ-Є). Для реалізації інтелектуальних функцій керування локомотивним господарством УЗ доцільно в складі АСУ Т створити аналітичний сервер управління локомотивним парком (АС УЛП). Важливими складовими функціями цього серверу повинні стати математичні моделі та методи, що можуть бути використані для прогнозування динаміки процесу перевезень та його показників, підтримки оптимізації управлінських рішень, тощо.

Література

1. АСУ Т. Технічне завдання на систему – Київ, 2008.
2. АСК ВП УЗ. Загальносистемні вимоги до автоматизації систем лінійного рівня, їх взаємодії між собою та системами вищого рівня. Основні принципи та проектні рішення – Дніпропетровськ, 2002.
3. Великодний В.В. Компонентно-ориентированное программирование в разработках интегрированной среды автоматизированной системы управления железнодорожного транспорта Украины / В.В. Великодний, И.В. Жуковичский, В.В. Скалозуб, В.Б. Землянов, С.Ю. Цейтлин // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2005. – № 5. – С.63-68.
4. Жуковичский И.В. Принципы построения системы поддержки принятия решений щодо управління вантажними перевезеннями на основі аналітичних серверів АСК ВП УЗ / И.В. Жуковичский, В.В. Скалозуб, А.Б. Устенко // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Вип. 17. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2007. – С.28-34
5. Жуковичский И.В. Проблемы унификации аналитических процедур в единой автоматизированной системе управления грузовыми железнодорожными перевозками Украины / И.В. Жуковичский, В.В. Скалозуб // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2011. – № 4. – С. 866-90
6. Жуковичский И.В. Створення нових можливостей АСК ВП УЗ із підтримки оперативного планування призначення локомотивів до складу вантажних поїздів УЗ / И.В. Жуковичский, А.Б. Устенко, О.Л. Зіненко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2011. – № 5. – С. 51–56.
7. Скалозуб В.В. Моделирование процесса оперативного планирования работы локомотивного парка і локомотивних бригад / В.В. Скалозуб, И.В. Жуковичский, О.В. Ветрова, О.Л. Зіненко // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Вип. 12. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна., 2006. – С.74-78.
8. Жуковичский И.В. Метод интерактивной динамической оптимизации распределения локомотивов для работы в поездах на основе оценки рисков / И.В. Жуковичский, А.Б. Устенко, О.Л. Зіненко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2006. – № 4. – С.86-91.

Скалозуб В.В., Жуковицький І.В., Устенко А.Б., Зіненко О.Л. Принципи побудови єдиної автоматизованої системи локомотивним господарством УЗ (АСУ Т). На підставі аналізу особливостей локомотивного господарства УЗ показані необхідні функції єдиної автоматизованої системи локомотивним господарством УЗ (АСУ Т). Запропоновано в складі АСУ Т створити аналітичний сервер управління локомотивним парком (АС УЛП), важливими складовими функціями котрого повинні стати математичні моделі та методи, що можуть бути використані для прогнозування динаміки процесу перевезень та його показників, підтримки оптимізації управлінських рішень, тощо.

Скалозуб В.В., Жуковицький І.В., Устенко А.Б., Зіненко О.Л. Принципы построения единой автоматизированной системы локомотивного хозяйства УЗ (АСУ Т). На основании анализа особенностей Локомотивного хозяйства УЗ показаны необходимые функции единой автоматизированной системы локомотивного хозяйства УЗ (АСУ Т). Предложено в составе АСУ Т создать аналитический сервер управления локомотивным парком (АС УЛП), важными составляющими функциями которого должны стать математические модели и методы, которые могут быть использованы для прогноза динамики процесса перевозок и его показателей, поддержки оптимизации управленческих решений и т.п.

Skalozub V.V., Zhukovytsky I.V., Ustenko A.B., Zinenko O.L. Principles of construction of a single automated system locomotive farm UZ (ASU T). Based on the analysis of the features locomotive farm UZ shows the essential functions of a unified automated system of locomotive farm UZ (ASU T). Proposed structure of ASU T to create analytical locomotive fleet management server (AS LFM), important components of the functions of which have become mathematical models and methods that can be used to predict the dynamics of the process of transport and its performance, support optimization of management decisions, etc.