

*Жуковицький І.В., д.т.н., Устенко А.Б., к.т.н., (ДІТ),
Зіненко О.Л., к.т.н., (ДНДЦ УЗ)*

ПРИНЦИПИ ВИКОРИСТАННЯ АНАЛІТИЧНИХ СЕРВЕРІВ В АВТОМАТИЗОВАНІЙ СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ЛОКОМОТИВНИМ ГОСПОДАРСТВОМ УЗ (АСУ Т)

У статті проаналізовано локомотивне господарство УЗ, як об'єкт управління, визначені базові вимоги до системи управління цим господарством, запропонована структура АСУ Т з використанням спеціалізованих аналітичних серверів, що інтегрована в структуру єдиної АСУ вантажними перевезеннями (АСК ВП УЗЄ).

Ключові слова: *локомотивне господарство, автоматизація, структура системи, методики аналітичної підтримки процесів управління, аналітичний сервер*

Вступ. 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 входних в неї різних за призначенням господарських 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. Господарство Т має досить розвинену інфраструктуру та багатофункціональність. Тому актуальним є побудова Єдиної автоматизованої системи управління локомотивним господарством УЗ (АСУ Т).

Ціль статті. Проаналізувати характеристики локомотивного господарства, як об'єкта управління, запровадити коло задач системи управління господарством в умовах структурного реформування галузі і на цій підставі надати основні принципи побудови АСУ Т.

Аналіз локомотивного господарства, як об'єкта автоматизації. Базові характеристики локомотивного господарства як системи показані на рис. 1. Локомотивне господарство характеризують:

- 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;

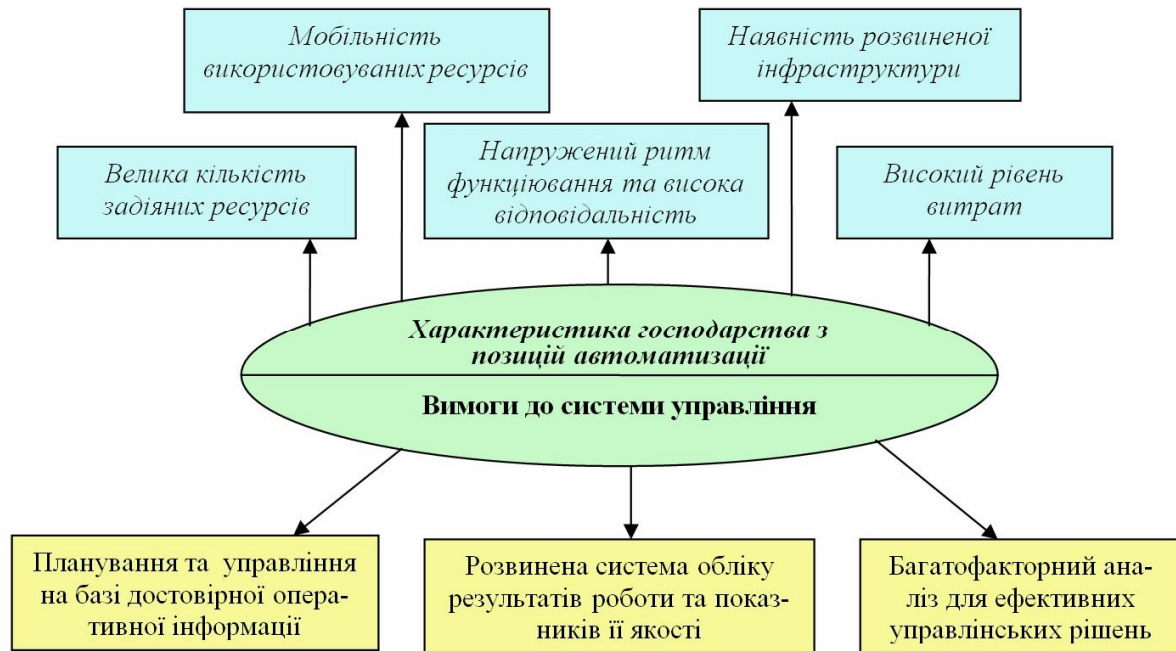


Рисунок 1 – Локомотивне господарство як об’єкт управління

- *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 розвинутої 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 виробітаність 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 наявного парку ТРС.

Особливості, які перелічені, 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.

В [1] проведений аналіз окремих інформаційних підсистем, які застосовувались, або застосовуються зараз для інформаційної підтримки роботи локомотивного господарства УЗ. Частка функцій цих систем нині інтегрується в єдину систему управління вантажними перевезеннями УЗ – АСК ВП УЗЄ [2,3].

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.

Передумови побудови системи управління локомотивним господарством УЗ. На сучасному етапі розвитку відповідність вищевказаним вимогам можлива тільки за умовою створення єдиної інтегрованої інформаційної системи локомотивним господарством – АСУ Т [4]. 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 роботою локомотивного парку.

За рахунок інтегрування в АСУ Т 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 га-

лузі 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 готовності 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 тощо.

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.

В ситуації, яка існує нині в галузі автоматизації управління перевезеннями в якості загальної платформи для створення АСУ Т доцільно вибрати систему АСК ВП УЗЄ. 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 УЗЄ пристосована для поширення функцій системи, зокрема, з використанням нових технологій і нових рішень з автоматизації, які на даному етапі складно передбачити в повному обсязі.

Принципи побудови структури АСУ Т. У відповідності із сучасними вимогами до інформаційних систем подібного класу, а також згідно з принципами відкритої архітектури АСК ВП УЗЄ, яка обирається в якості платформи, структура системи АСУ Т має бути трирівневою (рис. 2) [1]:

- для забезпечення надійного зберігання інформації, яка необхідна великої 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 мо-

жуть розташовуватись як в складі вузлів АСК ВП УЗЄ, так і на території лінійних підприємств;

Застосування аналітичних серверів. 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.

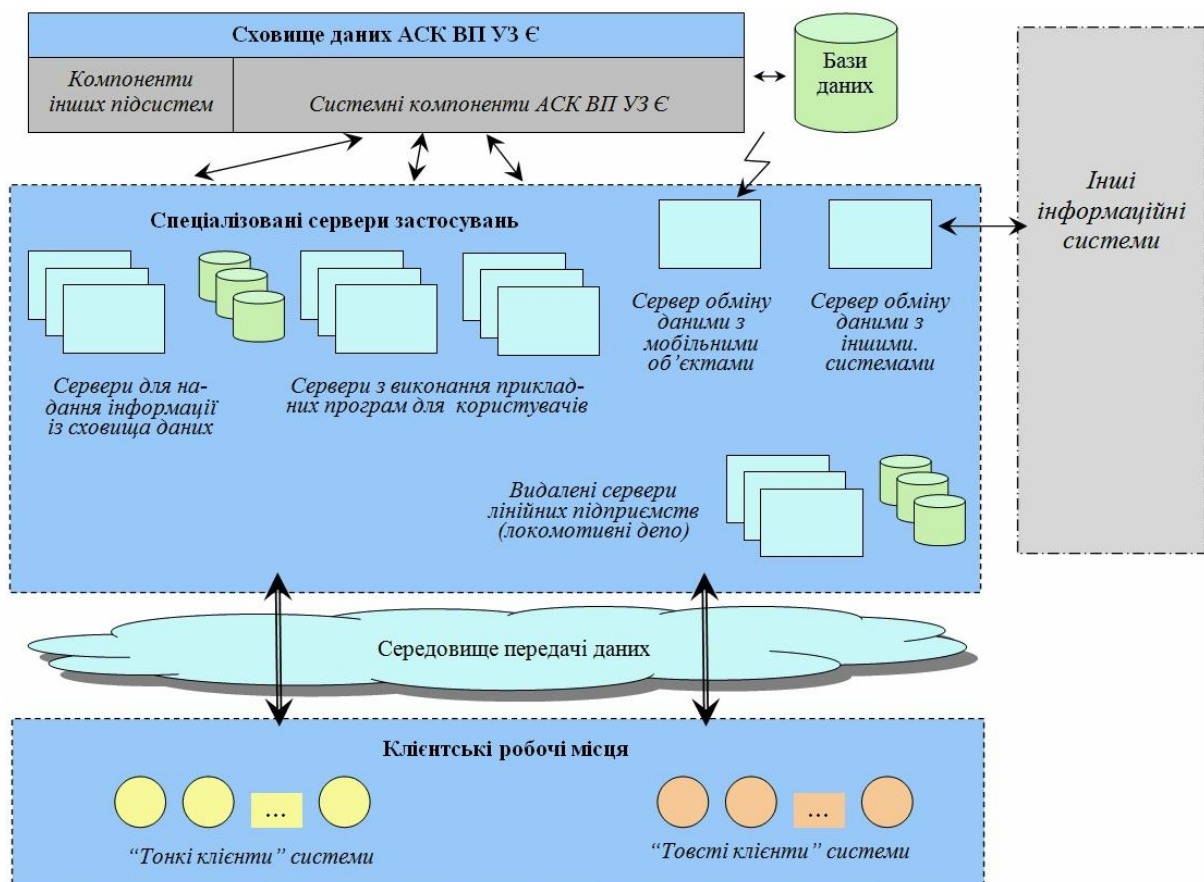


Рис. 2. Узагальнена структура системи

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 [5,6] використовувати термін «Аналітичні сервери» – АС.

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

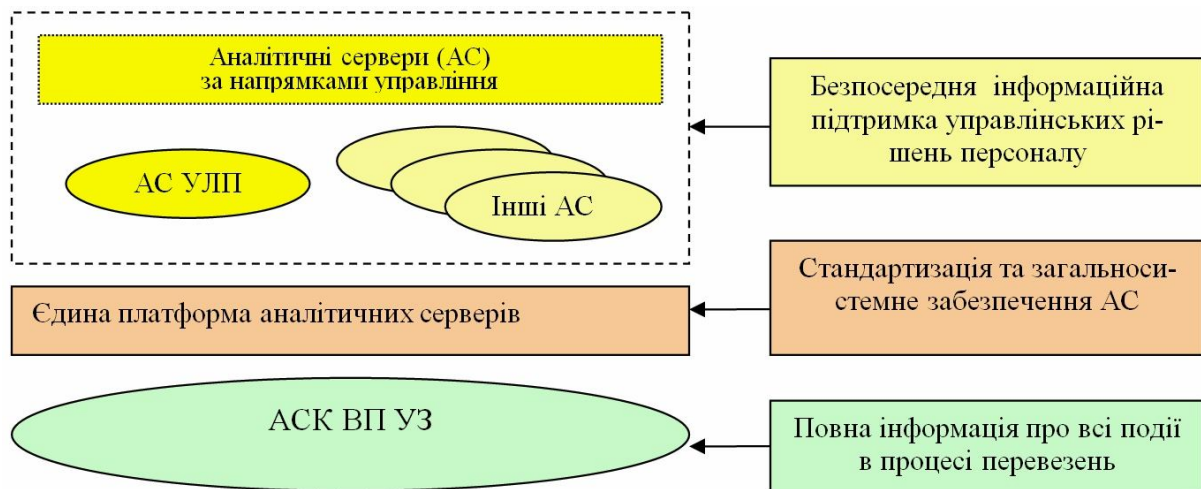


Рисунок 3 – Призначення АС і взаємодія з АСК ВП УЗ

Орієнтація на ефективність підтримки конкретних управлінських функцій визначає необхідність створення комплексу або сімейства АС, які мають спеціалізуватись на різних типах задач управління вантажними перевезеннями, зокрема управління локомотивними парками (АС УЛП).

Принципи взаємодії АС з користувачем виходять з того, що в рамках АС мають бути реалізовані як суто інформаційний, так і інформаційно-радіний 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 управлінця про особливості оперативної ситуації поєднуються з широкими можливостями системи з кількісної оцінки ефективності варіантів управління та зручного відображення ситуації управління.

Згідно з напрямками 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).

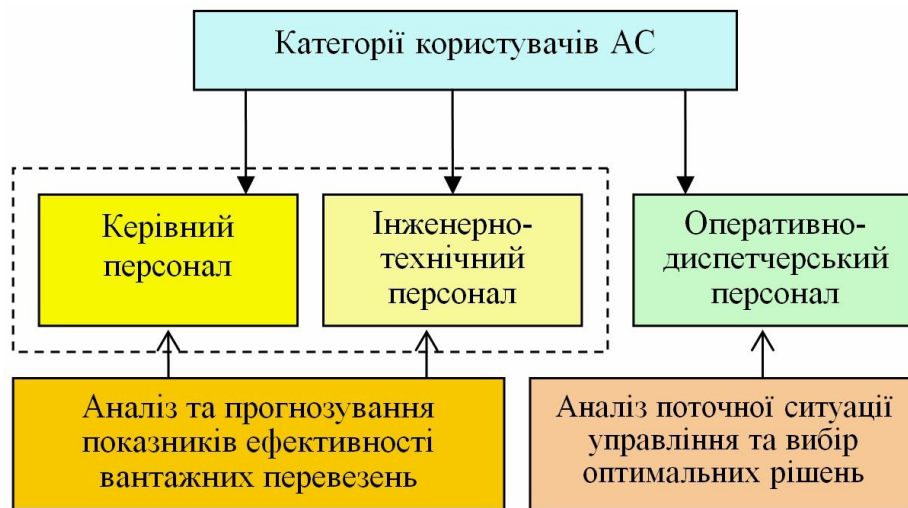


Рисунок 4 – Напрямки створення АС

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.

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

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 [7–9].

Склад прикладних функцій має визначатись в ході розробки конкретних АС.

Висновки. На підставі аналізу локомотивного господарства УЗ як об'єкту автоматизації запропоновано трирівневу узагальнену структуру АСУ Т. Структура АСУ Т повинна бути інтегрована в структуру єдиної АСУ вантажними перевезеннями (АСК ВП УЗЄ). В складі АСУ Т доцільно виділити спеціалізовані аналітичні сервери (АС), де сконцентрувати математичні засоби підсистем підтримки управлінських рішень щодо керування локомотивними парками (АС ЛП). Доцільно розглядати створення двох платформ АС, які призначені відповідно для керівного та інженерно-технічного персоналу, а також для оперативно-диспетчерського персоналу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Жуковицький І.В. Проблеми та перспективи автоматизації управління локомотивним господарством УЗ / І.В. Жуковицький, А.Б. Устенко, О.Л. Зіненко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2009. – № 2. – С. 38–42.
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. Косолапов А.А. Резервы архитектуры автоматизированной системы управления грузовыми перевозками Украинских железных дорог / А.А. Косолапов, И.В. Жуковицкий // «Залізничний транспорт України». – № 1. – Киев, 2013. – С. 10–13.
4. АСУ Т. Технічне завдання на систему. Київ, 2008.
5. Жуковицький І.В. Принципи побудови системи підтримки прийняття рішень щодо управління вантажними перевезеннями на основі аналітичних серверів АСК ВП УЗ / І.В. Жуковицький, В.В. Скалосуб, 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
6. Жуковицький І.В. Використання аналітичних серверів АСК ВП УЗ для управління вантажними перевезеннями / І.В. Жуковицький, В.В.

Скалозуб, А.Б. Устенко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2009. – № 4. – С. 50–51.

7. Скалозуб В.В. Моделювання процесу оперативного планування роботи локомотивного парку і локомотивних бригад / В.В. Скалозуб, І.В. Жуковицький, 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. Жуковицький І.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.

9. Жуковицький І.В. Створення нових можливостей АСК ВП УЗ із підтримки оперативного планування призначення локомотивів до складу вантажних поїздів УЗ І.В. Жуковицький, А.Б. Устенко, О.Л. Зіненко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2011. – № 5. – С. 51–56.

ПРИНЦИПИ ВИКОРИСТАННЯ АНАЛІТИЧНИХ СЕРВЕРІВ В АВТОМАТИЗОВАНІЙ СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ЛОКОМОТИВНИМ ГОСПОДАРСТВОМ УЗ (АСУ Т)

Жуковицький Ігор Володимирович, Устенко Андрій Борисович, Зіненко Ольга Леонідівна

У статті проаналізовано локомотивне господарство УЗ, як об'єкт управління, визначені базові вимоги до системи управління цим господарством, запропонована структура АСУ Т з використанням спеціалізованих аналітичних серверів, що інтегрована в структуру єдиної АСУ вантажними перевезеннями (АСК ВП УЗЄ).

ПРИНЦИПЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ СЕРВЕРОВ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ЛОКОМОТИВНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ УЗ (АСУ Т)

Жуковицкий Игорь Владимирович, Устенко Андрей Борисович, Зиненко Ольга Леонидовна

В статье проанализировано локомотивное хозяйство УЗ, как объект управления, определены базовые требования к системе управления этим хозяйством, предложена структура АСУ Т с использованием специализированных аналитических серверов, которая интегрирована в структуру единой АСУ грузовыми перевозками (АСК ВП УЗЕ).

THE PRINCIPLE OF USING ANALYTICAL SERVER IN AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS LOCOMOTIVE DEPARTMENT UKRAINIAN RAILWAYS (ASU T)

Zhukovitsky Igor, Ustenko Andrei, Zinenko Olga

The article analyzes the locomotive department Ukrainian railways, as the control object, defines the basic requirements for a control system of this department, proposed the structure of ASU T with specialized analytical servers, which is integrated into the structure of a single automated control system haulage (АСК ВП УЗЄ).