

## **ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ І УПРАВЛІННЯ ВАНТАЖНИМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ НА ОСНОВІ АНАЛІТИЧНИХ СЕРВЕРІВ АСК ВП УЗ**

Запропоновано підхід і головні принципи щодо перетворення автоматизованих систем управління процесами вантажних перевезень у системи підтримки прийняття управлінських рішень персоналу з використанням відповідних сучасних засобів моделювання та оптимізації. Показано, що такі функції доцільно втілити в процесі розробки спеціальних підсистем АСК ВП УЗ – аналітичних серверів.

Предложен подход и основные принципы преобразования автоматизированных систем управления процессами грузовых перевозок в системы поддержки принятия управленческих решений персонала с использованием современных средств моделирования и оптимизации. Показано, что такие функции целесообразно воплотить в специализированные подсистемы АСК ВП УЗ – аналитические серверы.

Approach and main principles is offered in relation to transformation of the automated processes control systems of freight transportations in the systems of support of decision-making administrative personnel with the use of the proper modern facilities of design and optimization. It is rotined that it is expedient to incarnate such functions in the process of development of the special subsystems of АСК ВП УЗ – analytical servers.

### **Вступ**

Для ефективного рішення задачі управління вантажними перевезеннями уже кілька десятиріч використовуються комп'ютерні інформаційні системи. Перехід до ринкових відносин та розподілення загального вагонного парку за участю як держав-власників, так і приватних структур призвели до суттєвого ускладнення процесу управління перевезеннями і водночас зробили першочерговими економічні фактори використання вагонів.

Нещодавно в Укрзалізниці (УЗ) для управління вантажними перевезеннями введено інформаційну систему нового покоління – «Автоматизована система керування вантажними перевезеннями УЗ» (АСК ВП УЗ), яка відповідає вимогам до сучасних масштабних корпоративних систем [1; 2]. Відкрита архітектура АСК ВП УЗ дозволяє вести роботи з автоматизації різних аспектів управління вантажними перевезеннями. Сьогодні система АСК ВП УЗ здатна ефективно вирішувати задачі із збирання та оброблення інформації про хід вантажних перевезень [3]. У рамках АСК ВП УЗ ефективно і з мінімальними додатковими доробками, які не впливають на структуру, організацію і супровід діючих інформаційних моделей баз даних, можуть бути вирішені задачі математичного моделювання та управління процесами вантажних перевезень, які використовують вихідні дані у формі часових послідовностей, рядів спостережень. Разом з

цим в системі ще не створено уніфікованих підсистем – засобів для підтримки управлінських рішень персоналу з використанням методів дослідження закономірностей, діагностування, прогнозування та оптимізації процесів перевезень на основі даних моніторингу та моделювання. Зрозуміло, що такі підсистеми матимуть ряд спільних функцій та повинні спиратися на спільні методи їх реалізації, тож доцільно координувати їх створення і підготувати засади до їх певної уніфікації. У цій статті для означення подібних підсистем управління використовується термін «Аналітичні сервери» – АС.

### **Призначення та принципи створення Аналітичних Серверів**

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. 1).

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

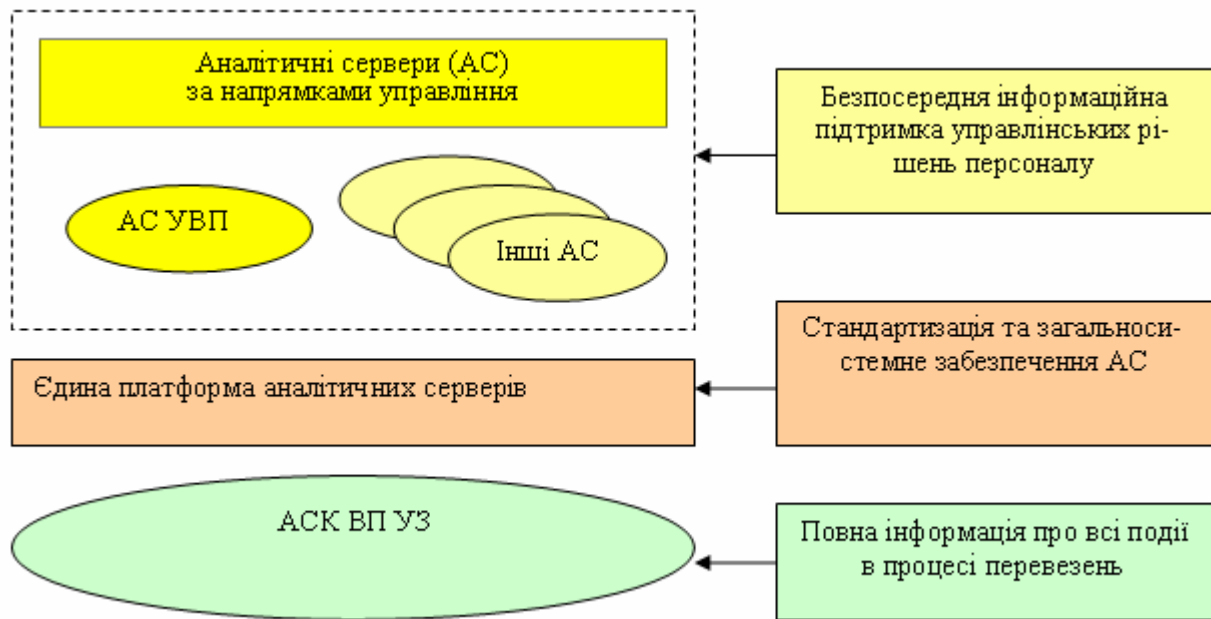


Рис. 1. Призначення АС і їх взаємодія з АСК ВП УЗ

Разом з тим, згідно з сучасними підходами до створення інформаційних систем, є доцільним використання спільної платформи, в рам-

ках якої вирішуються питання стандартизації та загальносистемного забезпечення АС.

Огляд загальних принципів створення аналітичних серверів, наведений на рис. 2.

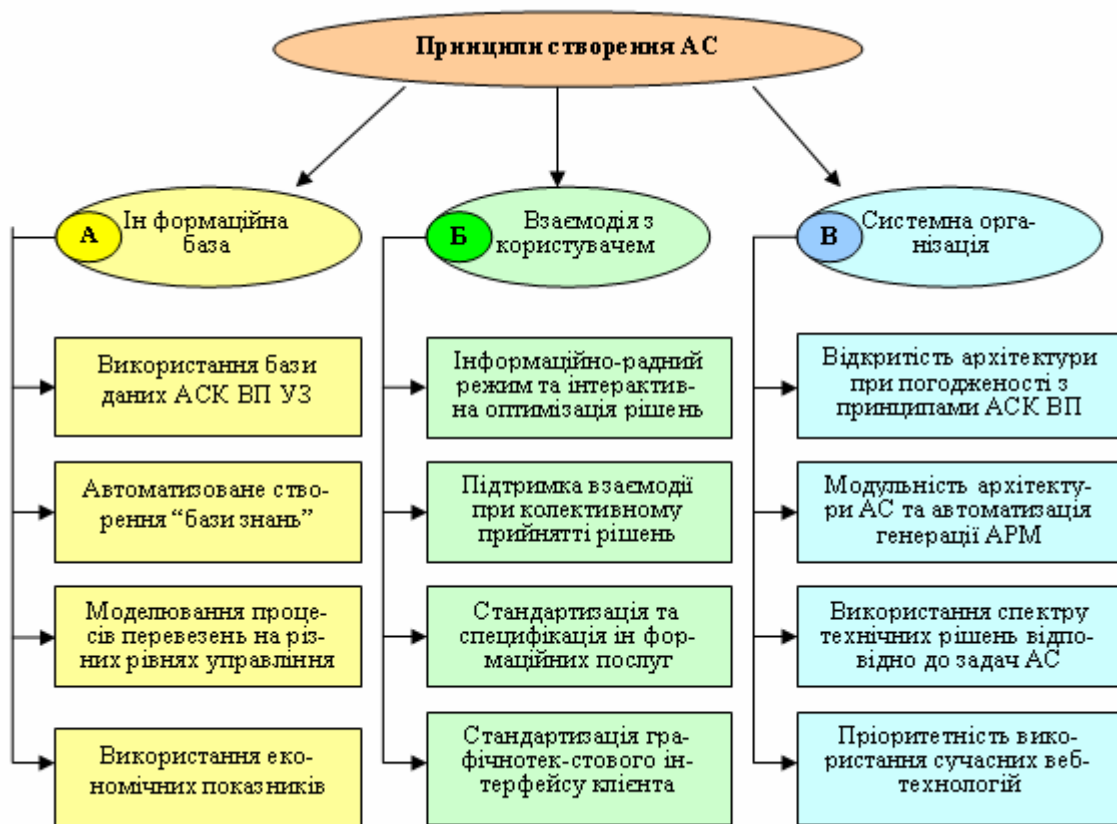


Рис. 2. Огляд принципів створення АС

Ці принципи згруповані по наступним категоріям:

- формування та використання інформаційної бази;
- взаємодія з користувачами;
- системна організація.

Принципи створення та використання інформаційної бази полягають в тому, що АС мають спиратися на повну інформаційну базу АСК ВП УЗ, оперативні та архівні дані, які відображують стан та історію всіх об'єктів вантажних перевезень, і на статистичну базу даних системи.

Засобами АС повинно виконуватись автоматизоване створення «бази знань», яка включає результати поточної обробки первинних даних («очищення», кластеризація, апроксимація тощо), орієнтованих на задану область прийняття рішень. Використання методів обробки знань має суттєво підвищити ефективність рішення типових задач підтримки управління (діагностика станів процесів, прогнозування, вибір оптимальних за встановленими критеріями рішень тощо).

Для вирішення задач прогнозування динаміки технологічних процесів та оптимізації управління АС має використовуватись структурована сукупність математичних моделей, які відповідають різним рівням управління та використовують набір сучасних технологій моделювання (зокрема, апарат нейронних мереж, імітаційних моделей, нечітких моделей управління тощо).

Для оцінки управління та його оптимізації мають широко використовуватись економічні показники ефективності в сукупності з традиційними експлуатаційними показниками.

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. 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 колективним характером процесу управління АС повинен створювати інформаційне середовище для ефективної підтримки взаємодії управлінців різних рівнів у відповідності до їх компетенції та відповідальності.

Принцип стандартизації послуг АС виходить з того, що при наявності широкого кола різноманітних інформаційних послуг вони про-

понуються користувачеві у чітко специфікованому вигляді, який дозволить легко орієнтуватись в їх призначенні та якісних характеристиках. Стандартизація повинна підвищити ефективність планування та розробки нових інформаційних сервісів згідно з реальними потребами користувачів.

В АС стандартизація графічно-текстового клієнтського інтерфейсу має виконуватись з урахуванням вимог основних категорій користувачів. Попередньо до найбільш важливих груп користувачів можна віднести керівний персонал структурних підрозділів, який здебільшого зосереджений на аналізі даних оперативної звітності, а також диспетчерський персонал, якому потрібна інформація про оперативну ситуацію на керованому полігоні залізниці.

Принципи системної організації АС засновані на відкритості архітектури як фундаментального принципу сучасних інформаційних систем. Зокрема, відносно аналітичних серверів це означає пристосованість платформи до розширення складу розроблюваних АС, а конкретних аналітичних серверів – до розширення складу їх інформаційних послуг. Разом з тим необхідно забезпечити погодженість платформи АС з принципами розвитку АСК ВП УЗ. Цьому сприяє те, що архітектура АСК ВП УЗ передбачає стандартизовану взаємодію з серверами прикладних програм, до яких безпосередньо належать АС.

Модульність програмного забезпечення також є нині практично обов'язковою рисою сучасних інформаційних систем. Відносно АС модульність має втілюватись зокрема в створенні комплексу відносно самостійних та пристосованих до самостійного використання і комплексування програм-сервісів, які виконують певні завершені функції інформаційного обслуговування клієнтів з певними характеристиками якості. Такий підхід має скласти основу для ефективної автоматизації генерації клієнтських робочих місць (АРМ) в рамках АС.

Виходячи з перспективи створення сімейства АС, які мають вирішувати різноманітні типи задач підтримки управління, доцільно передбачити використання широкого спектру програмно-технічних рішень відповідно до особливостей таких задач. Зокрема це стосується можливості використання з боку АС власних апаратних ресурсів та ресурсів вузлів АСК ВП, а також розподілення ресурсів в рамках схеми клієнт-сервер.

При наявності широкого спектру апаратно-програмних рішень по створенню АС доцільно віддавати пріоритет сучасним веб-технологіям. В рамках таких технологій нині створений ряд

стандартних рішень, які забезпечують ефективні комунікації при наявності інформаційної безпеки та досить розвинутого текстографічного інтерфейсу користувачів. Динаміка розвитку цих технологій та їх загальна прийнятність підтверджують перспективність їх використання при створенні АС.

Загальна схема функціонування АС в складі АСК ВП УЗ

На рис. 3 наведена загальна схема, що відображує функціонування аналітичних серверів в складі АСК ВП УЗ. Тут виділяються три рівні, на яких відбувається функціонування АС:

- рівень апаратно-програмних засобів (АПЗ) ядра АСК ВП УЗ;
- рівень АПЗ власно аналітичних серверів (АС);
- рівень АПЗ клієнтів АС.

Нижче пояснюються особливості взаємодії цих рівнів стосовно трьох базових функцій інформаційних систем – ведення бази даних, рішення прикладних задач (обробки даних) та відображення результатів обробки для користувачів.

АПЗ ядра АСК ВП УЗ насамперед забезпечують ведення бази даних, якою користуються задачі АС. Тут також можуть функціонувати деякі програми обробки даних (наприклад, програми для формування “бази знань”). Важливо підкреслити, що згідно з архітектурою АСК ВП УЗ аналітичні сервери, як правило, мають функціонувати в рамках конкретних вузлів системи. При цьому вони спираються на єдину логічну базу даних, в межах якої відбувається обмін даними між фізичними вузлами АСК ВП УЗ (рис. 3).

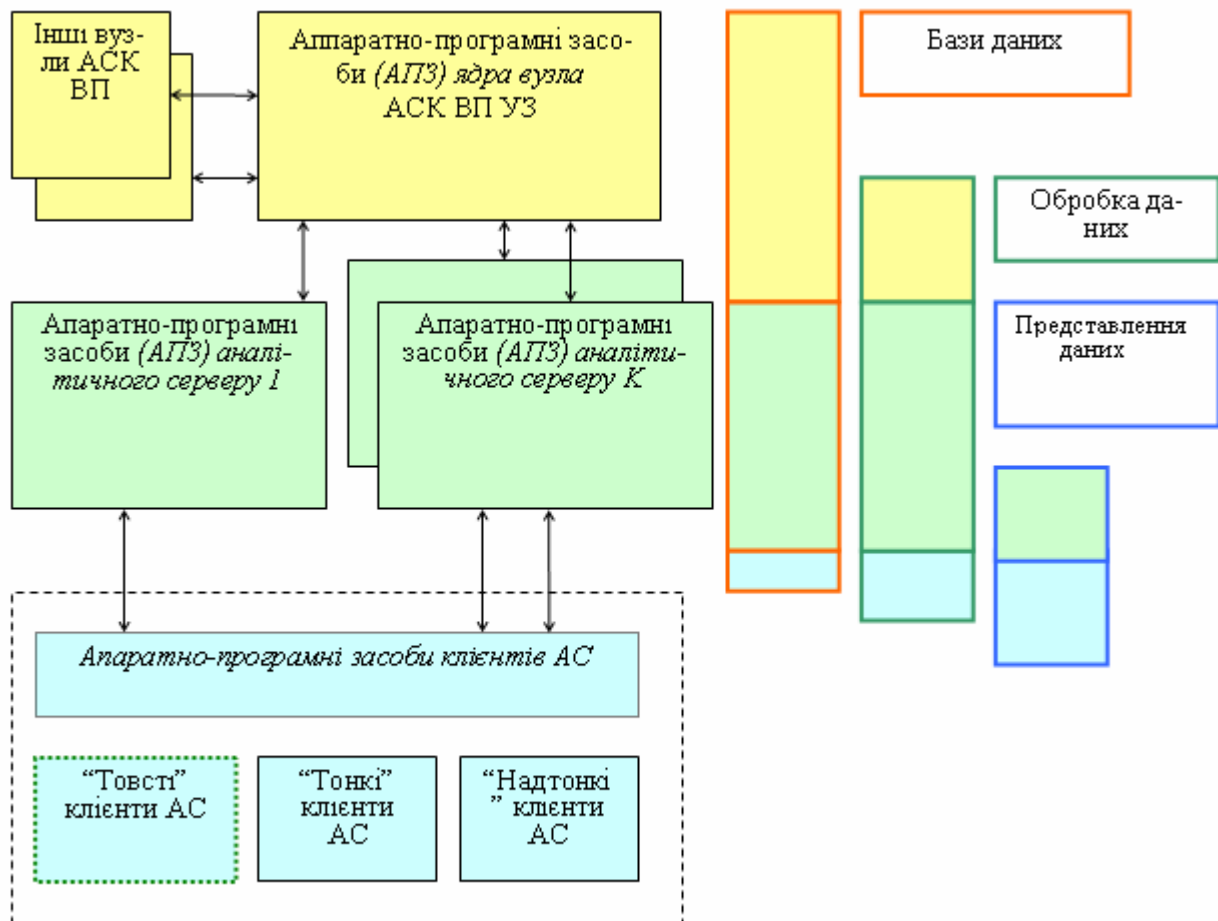


Рис. 3. Схема взаємодії АС з клієнтами та ядром АСК ВП УЗ

АПЗ власно АС (це можуть бути апаратні сервери, які функціонують під управлінням власної операційної системи) забезпечують виконання більшої частини прикладних задач АС та задач управління взаємодією з клієнтами. На цьому рівні також можуть вестися локальні ба-

зи даних аналітичних серверів (наприклад, даних, які необхідні для адміністрування клієнтів АС або для рішення локальних задач оптимізації). Ці АПЗ можуть також вирішувати задачі представлення даних для користувачів (наприклад, при створенні АС на базі веб-рішень про-

грамна реалізація текстово-графічного інтерфейсу користувача значною мірою відбувається на сервері). Функції, що покладаються на АПЗ клієнтів (клієнтські комп'ютери) можуть бути досить різними згідно із задачами відповідних робочих місць. Згідно із технічною політикою розвитку системи АСК ВП УЗ, перевага віддається так званим «тонким клієнтам» – рішенням, які мінімізують вимоги до супроводження клієнтських АПЗ за рахунок виконання більшості функцій системи в її серверній частині. Стосовно АС будемо розуміти під «тонкими клієнтами» ПК користувачів, на яких не ведеться власна база даних (що потребує використання

ПЗ системи управління базами даних), а розміщуються лише ПЗ для виконання прикладних програм та відображення даних. Варіантом такого рішення при використанні такого рішення при використанні веб-технологій є «надтонкий клієнт», де на ПК користувача може використовуватись лише стандартна програма-браузер. Відзначимо, що схема рис. 3 допускає при необхідності реалізацію так званих «товстих клієнтів», на яких можуть функціонувати ПЗ системи управління базами даних. Саме для таких випадків на рис. 3 відображена можливість реалізації функцій ведіння бази даних на рівні АПЗ клієнтів.

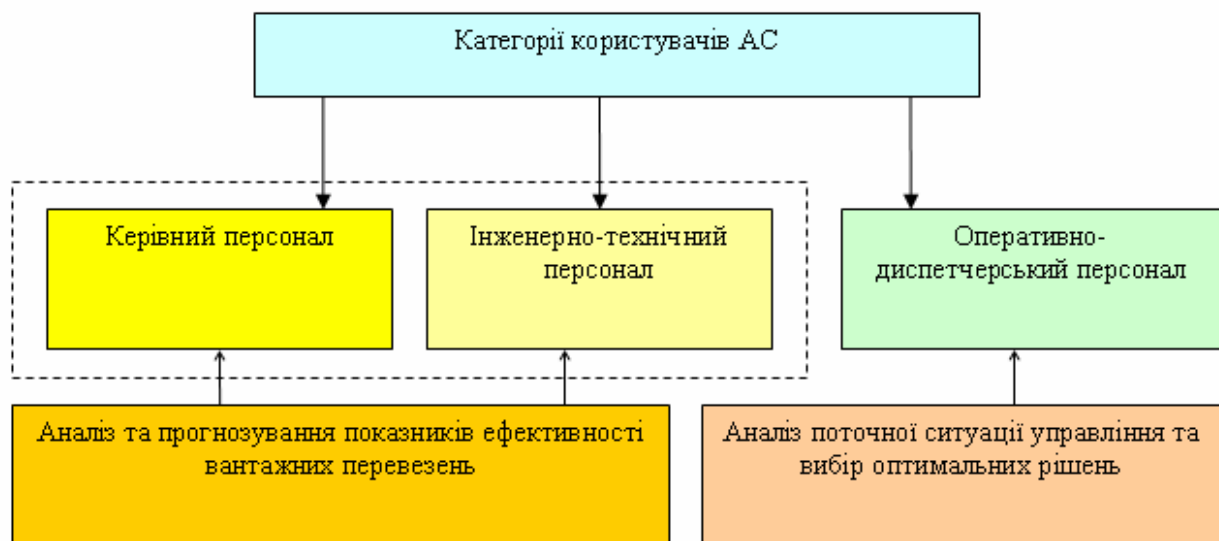


Рис. 4. Напрямки створення АС

#### Особливості функціонального складу АС УВП відповідно до категорій користувачів

За напрямками використання аналітичної інформації можна виділити три основні категорії користувачів АС УВП:

- керівний персонал, для якого необхідно в першу чергу аналізувати показники ефективності вантажних перевезень (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 перевезень;
- 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).

Функціональний склад АС для перших двох категорій персоналу є досить спорідненим: він базується в першу чергу на аналізі фактичних та планових показників використання вагонних 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.

**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 аналітична обробка даних;
  - прогнозування динаміки процесу перевезень та його показників;
  - підтримка оптимізації управлінських рішень;
  - оцінка очікуваних наслідків управління;
  - адміністрування аналітичного серверу.

Склад прикладних функцій має визначатись в ході розробки конкретних АС. Прикладами таких функцій є підтримка складання різних типів оперативних планів, підтримка оптимізації рішення різних типів задач із управління вагонопотоками тощо.

### **Математичне і методичне забезпечення концепції створення АС**

Встановлені потреби щодо удосконалення аналітичних складових системи АСК ВП УЗ на основі створення єдиної уніфікованої методики побудови математичного і відповідного програмного забезпечення АС у першу чергу ставлять завдання чіткого визначення і обґрунтування засад розробки нової компоненти системи із забезпечення інтелектуального сервісу. В основу методики побудови необхідно покласти вимоги до серверу уніфікованих аналітичних функцій системи АСК ВП УЗ, а також принципи її створення і побудови відповідного уніфікованого математичного та програмного забезпечення. Методика АС що пропонується для розробки являє комплекс методів, а також відповідних процедур і засобів їх реалізації при рішенні задач моделювання, аналізу, діагностування та прогнозування на основі даних системи АСК ВП УЗ. Розглянемо ці принципи, завдання і методи більш детально.

Коротко концепцію методики із формування засобів моделювання та оптимізації рішень в АС утворюють наступні положення:

- використання уніфікованої форми представлення даних для рішення задач усіх категорій у відповідності до їх системної організації у АСК ВП УЗ (послідовності подій процесів перевезень, часові ряди значень досліджуваних показників),
- використання типових постановок завдань аналізу, прогнозування, діагностування і прийняття рішень і їх математичних представлень у рамках системи,
- утворення окремого комплексу АСК ВП УЗ і наборів аналітичних серверів для забезпечення єдності структури інформаційних і матема-

тичних ресурсів, для аналітичної підтримки процесів прийняття рішень в системі АСК ВП УЗ;

- використання, по-можливості, стандартних і перевірених, а також універсальних моделей і методів обробки даних спостережень за процесами виконання і забезпечення вантажних перевезень;

– застосування методів автоматизованої побудови математичних моделей на основі даних спостережень за процесами перевезень з використанням сучасних засобів моделювання, розрахунки точності та достовірності результатів;

- графічне відображення даних, стратегій і результатів у формі придатній для використання у процесах прийняття рішень спеціалістами різних сфер управління на залізницях України;

– формування та застосування системи сценаріїв при постановках типових задач аналізу, діагностики і прогнозування процесів вантажних перевезень;

- стандартизація – створення уніфікованих організаційних, методичних, програмних засобів для вирішення типових задач аналітичної підтримки процесів прийняття рішень та ефективного управління різноманітними процесами управління на багатьох автоматизованих робочих місцях;

– відкритість серверів до розвитку - розширення складу і удосконалення реалізації функцій аналітичної підтримки процесів прийняття рішень на підставі математичного моделювання, діагностики і прогнозування.

Методика інтелектуального аналізу даних, моделювання, оптимізації і побудови відповідного уніфікованого математичного забезпечення системи АСК ВП УЗ повинна урахувати загальну структуру системи, компонентно-орієнтований метод розробки програмного забезпечення, основні програмно-технічні комплекси, організацію процесів збирання, представлення і управління даними в рамках застосованого у системі об'єктно-орієнтованого методу моделювання процесів вантажних перевезень. Однією з головних засад уніфікації процесів моделювання, аналізу і прогнозування є стандартизація процедур підготовки даних для серверу аналітичних функцій. Це дозволить створити програмне забезпечення, що забезпечить інструментарій для утворення рядів спостережень параметрів процесів вантажних перевезень, необхідної форми представлення для подальшого дослідження та управління процесами перевезень.

## Висновки

Приведений аналіз та результати дослідження стану і перспектив розвитку і довгострокового застосування системи АСВ ВП УЗ свідчать про актуальну потребу запровадження у системі уніфікованих засобів підтримки процесів прийняття рішень. Для реалізації такого проекту пропонується створення додаткового комплексу АСК ВП УЗ, а також спеціалізованих засобів у вигляді аналітичних серверів. Утворення структури підтримки прийняття рішень у рамках проекту АСК ВП УЗ дасть змогу підвищення якості використання рухомого складу за рахунок забезпечення більш ефективного управління вантажними перевезеннями, яке потребує постійного удосконалення автоматизованих систем управління.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Аск вп уз стандарти та методологія. Принципи побудови. Організація розробки та супроводу (120101.0.18.01.0.001). Укрзалізниця-2003 р.
2. Аск вп уз загальносистемні вимоги до автоматизації систем лінійного рівня, їх взаємодії між собою та системами вищого рівня. Основні принципи та проектні рішення. – Д., 2002 р.
3. Великодний В. В., Жуковицкий И. В., Скалосуб В. В., Землянов В. Б., Цейтлин С. Ю. Компонентно-ориентированное программирование в разработках интегрированной среды автоматизированной системы управления железнодорожного транспорта Украины // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2005. – № 5. – С. 63–68.

Надійшла до редколегії 15.05.07.