

УДК 656.212.5:681.3

ЖУКОВИЦКИЙ И. В., д.т.н., профессор,
СКАЛОЗУБ В. В., д.т.н., профессор (ДНУЗТ)

Проблемы унификации аналитических процедур в единой автоматизированной системе управления грузовыми железнодорожными перевозками Украины

Введение. Информационные технологии единой АСУ грузовыми перевозками Украины

В настоящее время выполняется интеграция информационных ресурсов АСК ВП УЗ, которая должна завершиться созданием единой для УЗ системы АСК ВП УЗЕ. В связи с трансформацией системы управления грузовыми перевозками УЗ актуальны вопросы совершенствования теоретической базы, расширения фундамента и повышения эффективности информационных технологий автоматизированных систем управления (АСУ) железнодорожного транспорта. При переходе к единой АСК ВП УЗЕ отмечается важность развития компьютерных технологий применительно к новым задачам повышения технологической, экономической и информационной эффективности АСУ. Для нашего анализа существенно, что такие задачи и соответствующие методы и средства могут быть унифицированными. Они могут быть реализованы на основе компоненты «Аналитического сервера АСУ УЗ» [1], обеспечивающей возможность создания основных элементов многочисленных систем поддержки принятия решений. Как известно, открытая архитектура АСК ВП УЗЕ [2,3] позволяет выполнить автоматизацию различных аспектов управления грузовыми перевозками. Средства системы АСК ВП УЗЕ позволяют не только эффективно решать задачи сбора и обработки информации о ходе грузовых перевозок [4], но и все более полно решать задачи планирования и управления. Вместе с этим в АСУ грузовыми перевозками практически нет унифицированных подсистем, которые обеспечивают процессы поддержки принятия управленческих решений (ППР) персонала с использованием современных методов выявления и исследования закономерностей между накопленными данными. Не в достаточной степени реализованы задачи диагностирования, прогнозирования и оптимизации процессов перевозок на основе

данных мониторинга и моделирования. В связи с ростом системы, переходом к единой АСК ВП УЗЕ возможность и необходимость создания таких специализированных средств (Аналитических серверов), реализующих на унифицированной общесистемной основе главные функции поддержки ППР, становится все более актуальной.

Назначение и сущность аналитических серверов АСК ВП УЗЕ

В связи с тем, что подсистемы ППР имеют ряд общих задач и функций, которые в рамках АСК ВП УЗЕ должны опираться на общую информационную базу и общие методы реализации, целесообразно унифицировать процедуры создания и подготовить методики их эффективной реализации. Для подобных подсистем управления предложено использовать термин «Аналитические серверы» – АС [1]. Системы АС предназначены для унификации разработки процедур ППР, рис. 1, чтобы на основе информационного фундамента АСК ВП УЗЕ обеспечить информационно-аналитическую поддержку управленческих решений руководящего, инженерно-технического и диспетчерского персонала.

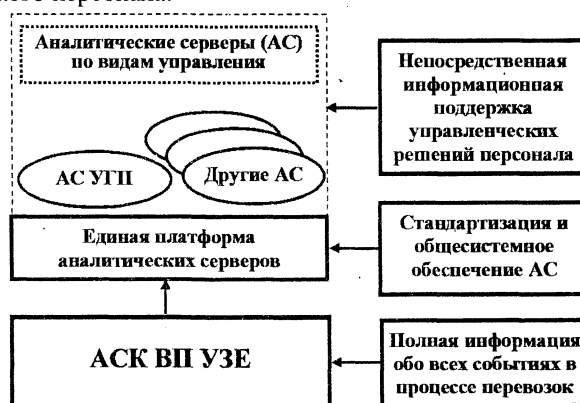


Рисунок 1 – Назначение аналитических серверов АСК ВП УЗЕ

Ориентация на эффективность поддержки конкретных управленческих функций определяет необходимость создания комплекса или семейства АС, которые должны специализироваться на разных типах задач управления грузовыми перевозками: управление вагонными парками (АС УВП), управление локомотивными парками (АС УЛП) и тому подобное.

Вместе с тем, в соответствии с современными подходами к созданию информационных систем, является целесообразным использование общей платформы, в рамках которой решаются вопросы стандартизации и общесистемного обеспечения АС.

Принципы создания АС охватывают вопросы формирования и использования информационной базы, организации взаимодействия с пользователями, системную организацию [1,5]. Следует более подробно рассмотреть принцип стандартизации услуг АС, согласно которому широкий круг информационных услуг предлагается пользователю в четко специфицированном виде. Это дает возможность повысить эффективность планирования и разработки новых информационных сервисов в соответствии с реальными потребностями пользователей. Системная организация АС основывается на открытости архитектуры – фундаментального принципа современных информационных систем. Относительно аналитических серверов это означает приспособленность платформы к расширению состава разрабатываемых АС и набора их информационных услуг. Разумеется, что при этом должны выполняться все требования АПСК ВП УЗЕ к формированию программного обеспечения АРМ.

При выборе аппаратно-программных решений по созданию АС целесообразно отдавать приоритет современным веб-технологиям. В настоящее время в рамках таких технологий создан ряд стандартных решений, которые обеспечивают эффективные коммуникации при наличии информационной безопасности и достаточно развитого текстово-графического интерфейса пользователей.

Схема функционирования АС в составе АСК ВП УЗЕ

На рис. 2 приведена возможная схема функционирования аналитических серверов в составе АСК ВП УЗЕ. Выделяются три уровня, на которых происходит функционирование АС: аппаратно-программные средства (АПС) ядра АСК ВП УЗЕ, собственные АПС аналитических серверов, АПС клиентов АС.

АПС ядра АСК ВП УЗЕ в первую очередь обеспечивают ведение базы данных, которой пользуются задачи АС. Здесь также могут функционировать некоторые программы обработки данных (например, программы для формирования “базы знаний”). Важно подчеркнуть, что в соответствии с архитектурой АСК

ВП УЗЕ аналитические серверы, как правило, должны функционировать в рамках конкретных узлов системы.

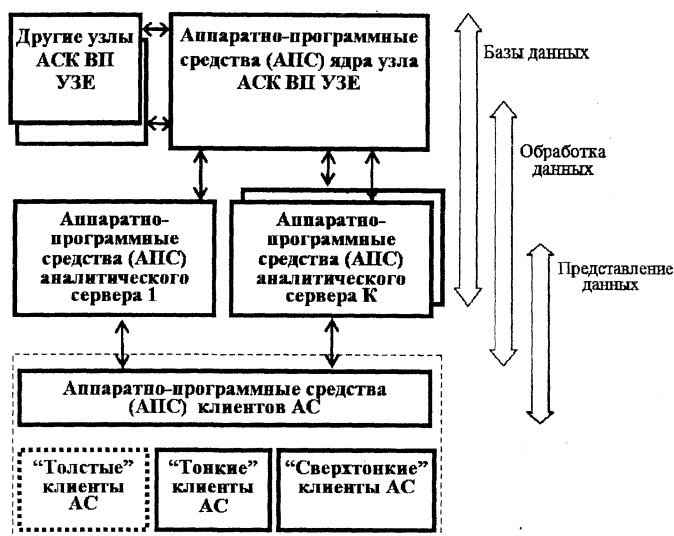


Рисунок 2 – Схема взаимодействия АС с клиентами и ядром АСК ВП УЗЕ

Собственные АПС АС обеспечивают выполнение большей части прикладных задач АС и задач управления взаимодействием с клиентами. На этом уровне также могут вестись локальные базы данных аналитических серверов (например, данных, которые необходимы для администрирования клиентов АС или для решения локальных задач оптимизации). Эти АПС могут также решать задачи представления данных для пользователей (например, при создании АС на базе веб-решений программная реализация текстово-графического интерфейса пользователя в значительной мере происходит на сервере).

Функции, которые возлагаются на АПС клиентов (клиентские компьютеры) могут быть достаточно разными в соответствии с задачами конкретных рабочих мест. В соответствии с технической политикой развития системы АСК ВП УЗЕ, преимущество отдается так называемым “тонким клиентам” – решениям, которые минимизируют требования к сопровождению клиентских АПС за счет выполнения большинства функций системе в ее серверной части. Вариантом такого решения при использовании веб-технологий является “сверхтонкий клиент”, где на ПК пользователя может использоваться лишь стандартная программа-браузер.

Общая классификация функций АС

Целесообразно выделить существенно различные категории функций АС [1]:

- базовые функции, которые должны входить в состав платформ АС (то есть являются общими для разных модификаций аналитических серверов);

- прикладные функции, которые соответствуют задачам АС для конкретной категории пользователей.

В состав базовых функций должны входить:

- получение и аналитическая обработка данных;
- прогнозирование динамики процесса перевозок и его показателей;
- поддержка оптимизации управленческих решений;
- оценка ожидаемых следствий управления;
- администрирование аналитического сервера.

Состав прикладных функций должен определяться в ходе разработки конкретных АС. Примерами таких функций является поддержка составления разных типов оперативных планов, поддержка оптимизации решения разных типов задач по управлению вагонопотоками и тому подобное.

Математическое и методическое обеспечение концепции создания АС

Концепцию методики по формированию средств моделирования и оптимизации решений в АС формируют следующие положения [1]:

- использование унифицированной формы представления данных для решения задач всех категорий в соответствии с их системной организацией в АСК ВП УЗЕ (последовательности событий процессов перевозок, временные ряды значений исследуемых показателей и т.д.);
- использование типовых постановок задач анализа, прогнозирования, диагностирования и принятия решений и их математических представлений в рамках системы;
- использование стандартных, универсальных моделей и методов обработки данных наблюдений за процессами выполнения и обеспечения грузовых перевозок;
- применение методов автоматизированного построения математических моделей на основе данных наблюдений за процессами перевозки с использованием современных средств моделирования;
- графическое отображение данных, стратегий и результатов в форме, пригодной для использования в процессах принятия решений специалистами разных сфер управления на железных дорогах Украины;
- формирование и применение системы сценариев при постановках типичных задач анализа, диагностики и прогнозирования процессов грузовых перевозок;
- стандартизация – создание унифицированных организационных, методических, программных средств для решения типовых задач аналитической поддержки процессов принятия решений и эффек-

тивного управления многообразными процессами управления на различных автоматизированных рабочих местах;

- открытость АС к развитию и расширению состава и усовершенствования реализации функций аналитической поддержки процессов принятия решений на основании математического моделирования, диагностики и прогнозирования.

Примеры реализации задач по обеспечению поддержки принятия решений на основе методов АС

Данные о процессах перевозок, накапливающиеся в АСК ВП УЗЕ, являются временными рядами, упорядоченными по этапам изменения некоторых из заданных показателей. Эти показатели имеют сложную динамическую структуру и отражают свойства всех технологических, финансовых и многих других процессов железнодорожного транспорта. В этой связи отметим возможности систематического применения новых статистических методов анализа таких рядов, в нашем примере – параметров вагонопотоков. Среди этих методов выделим показатель Херста [7], оценивающий стохастичность ряда и наличие в нем долговременной «памяти», а также метод Т. Демарка [5,6], используемый для прогнозирования биржевых процессов. Отметим исследования вопросов по адаптации этих методов с учетом свойств временных рядов, характерных для железнодорожного транспорта [6,7].

Автоматизация оперативного анализа и прогнозирования параметров вагонопотоков методами хаотической динамики: R / S-анализ, показатель Херста «Н». Представим один из результатов анализа временных рядов на основе показателя Херста, рис. 3.

Решается задача определения основных характеристик временных рядов, рис. 3 (наличие свойства случайности ряда показателей или же присутствие в нем «долговременной памяти» – категории «персистентность», «антиперсистентность»; расчет средней длины скрытого цикла; устойчивость основной тенденции ряда, тренда). Рассчитывались согласно [5] значения показателей Херста для рядов А и В. При этом было установлено, что коэффициент Херста: для ряда А имеет значение в диапазоне от 0.343 до 0.389, т.е. $H < 0.5$ (ряд является антиперсистентным, ожидается изменение тенденции; для ряда В – значение H от 0,664 до 0,715, т.е. $H > 0.5$ (ряд персистентный, тенденция сохраняется).

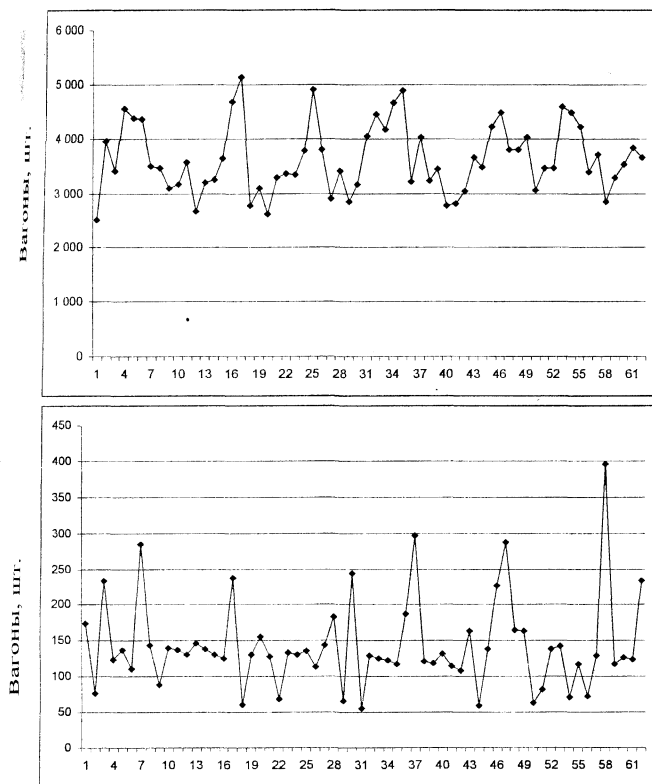


Рисунок 3 – Графики суто чной передачі вагонів між-
ду залізничними полігонами (А – сверху, В –
снизу)
(ось ординат – вагони, ось абсцисс – сутки)

При регрессионном анализе поведения рядов
получены следующие уравнения: для ряда А

$$Y = 3565 + 2.422 * X;$$

для ряда В

$$Y = 1716 + 1.794 * X.$$

Обе функции, построенные для рядов А и В, со-
ответствуют условиям адекватности и
свидетельствуют об ожидаемом росте прогнозируе-
мых параметров в будущих периодах. Вместе с тем
это противоречит результатам анализа Херста для
ряда А, которые указывают на ожидаемую смену
тенденции временного ряда – то есть на возможное
уменьшение показателя в будущем. Таким образом,
необходимо унифицировать и совершенствовать
методики прогнозирования и планирования показате-
лей технологических и соответствующих
экономических процессов на железнодорожном
транспорте.

На рис. 4 приведен еще один пример использова-
ния методов и средств, предусмотренных в АС, для
решения задач прогнозирования параметров вагонопото-
ков, используя данные АСК ВП УЗ.

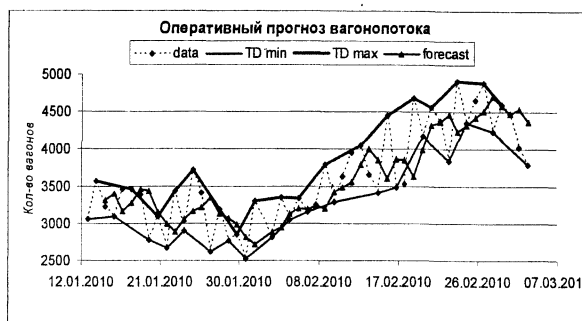


Рисунок 4 – Оперативный прогноз параметров вагоно-
потока на основе модифицированного метода Т.
Демарка

«Коридор» ожидаемых значений показателей ваго-
нопотоков, исходные значения которых указаны
пунктиром, построен по методу Т. Демарка, а показан-
ные внутри него значения (линия с треугольниками)
уточняют интервальный прогноз, на основе использо-
вания модифицированного метода, ориентированного
на ряды показателей железнодорожного транспорта.
Для величин прогнозов, которые представлены на рис.
4, относительная ошибка составила $e(\tilde{Y}) = 8,77\%$, где
погрешность вычисляется согласно

$$e(\tilde{Y}) = \frac{\sum_{i=1..n} \left(\frac{Y_i - \tilde{Y}_i}{Y_i} \right)}{n} * 100\%.$$

С помощью модифицированного метода Т. Демар-
ка можно прогнозировать и другие показатели
вагонопотоков. На рис. 5 представлен временной ряд
простоя вагонов на некоторой станции, измеренный в
денежном выражении.



Рисунок 5 – Денежная оценка простоев вагонов на
станции

В результате анализа установлено, что параметры
рассматриваемых вагонопотоков (рис. 3 – рис. 5), яв-
ляются нестационарными временными рядами,
которые не имеют четко выраженного тренда. Также в
них присутствует сезонная, а в некоторых случаях и
циклическая компонента. Для составления оператив-

ного прогноза можно использовать модифицированный метод Т. Демарка, который в комбинации с методом размножения выборок с заданными свойствами «методом бутстреп» [6] позволяет построить прогноз и оценить его точность. Последнее свойство отсутствует в методе Т. Демарка, где оценивается только ожидаемый диапазон возможного будущего значения исследуемого показателя.

Выводы

В связи с созданием единой АСК ВП УЗЕ грузовых перевозок представлены некоторые пути решения проблем унификации аналитических процедур на основе создания специализированных аналитических серверов, реализующих базовые функции автоматизации процессов поддержки принятия решений.

Приведенный анализ и результаты исследования состояния и перспектив развития и долгосрочного применения системы АСК ВП УЗ свидетельствуют об актуальной потребности внедрения в системе унифицированных средств поддержки процессов принятия решений. Для реализации такого проекта предлагается создание дополнительного комплекса АСК ВП УЗЕ, а также специализированных средств в виде аналитических серверов. Образование структуры поддержки принятия решений в рамках проекта АСК ВП УЗЕ даст возможность повышения качества использования подвижного состава за счет обеспечения более эффективного управления грузовыми перевозками, которое нуждается в постоянном совершенствовании автоматизированных систем управления.

Представлены примеры решения задач оперативного прогнозирования параметров вагонопотоков, которые могут быть эффективно решены средствами аналитических серверов на основе данных АСК ВП УЗЕ.

Литература

1. Жуковицький І.В. Принципи побудови системи підтримки прийняття рішень і управління вантажними перевезеннями на основі аналітичних серверів АСК ВП УЗ / І.В. Жуковицький, В.В. Скалозуб, А.Б. Устенко // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – 2007. – Вип. 17. – С.28-34
2. АСК ВП УЗ. Стандарты и методология. Принципы построения. Организация разработки и сопровождения (120101.0.18.01.0.001). Укржелдортранс, 2003.
3. АСК ВП УЗ. Общесистемные требования к автоматизации систем линейного уровня, их взаимодействия между собой и системами высшего уровня.

Основные принципы и проектные решения. Днепропетровск, 2002.

4. Великодний В. В., Жуковицький І. В., Скалозуб В.В., Землянов В.Б., Цейтлин С.Ю. Компонентно-ориентированное программирование в разработках ин-тегрированной среды автоматизированной системы управления железнодорожного транспорта Украины // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 2005. – № 5. – С.63-68.
5. Демарк Т. Технический анализ – новая наука. – 286 с. // www.xerurg.ru
6. Клименко И.В. К вопросу автоматизации анализа и оперативного прогнозирования параметров грузовых железнодорожных перевозок // Проблемы экономики и управления на железнодорожном транспорте – ЭКУЖТ 2010: Тез. Докл. Международн. научн. конф. – Д.: ДНУЖТ, 2010. – С. 170 – 171.
7. Нечай В.Я., Нечай А.В. О применении методов хаотической динамики для исследования свойств вагонопотоков // Проблемы экономики и управления на железнодорожном транспорте – ЭКУЖТ 2010: Тез. Докл. Международн. научн. конф. – Д.: ДНУЖТ, 2010. – С. 177 – 178.

Резюме

Рассмотрены принципы создания аналитических серверов в составе АСК ВП УЗЕ, как унифицированных компонентов систем поддержки принятия решений. Приведены примеры реализации задач по обеспечению поддержки принятия решений на основе методов АС

Розглянуто принципи створення аналітичних серверів в складі АСК ВП УЗЕ, як уніфікованих компонентів систем підтримки прийняття рішень. Наведено приклади реалізації завдань щодо забезпечення підтримки прийняття рішень на основі методів АС

The principles of creating analytical servers, which form a part of automatized control systems by railway goods transportation of Ukraine, as standardized components of the decision support system are considered. The examples of the tasks on the decision-making support based on the AS method are given

Ключевые слова: система управления грузовыми перевозками, аналитический сервер, клиенты, математическое обеспечение системы

Поступила 10.06.2011 г.