

## **ЗАДАЧИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ВАГОННЫМИ ПАРКАМИ УКРЗАЛИЗНЫЦІ**

*Исследованы вопросы формирования интеллектуальных автоматизированных систем управления железнодорожного транспорта Украины. С использованием методов искусственного интеллекта усовершенствованы графические модели процессов эксплуатации вагонных парков. Рассматриваются информационные модели взаимодействия объектов и кооперативного управления вагонными парками нескольких перевозчиков.*

### **Интеллектуальные технологии транспорта и задачи совершенствования АСУ управления вагонными парками Укрзалізничці**

В настоящее время важной задачей развития транспортных систем (ТС) является совершенствование и многокритериальная оптимизация управления при обеспечении требований безопасности, эффективности, снижения воздействия транспорта на окружающую среду в условиях непрерывно возрастающей интенсивности транспортных потоков, усиления взаимодействия различных видов транспорта при решении логистических и других задач. Развитие ТС связывается с созданием специальной инфраструктуры, включающей современные информационные и телекоммуникационные технологии, в том числе глобальные навигационные системы позиционирования подвижных объектов (GPS/ГЛОНАСС), а также, с внедрением принципов интеллектуального управления при планировании и реализации перевозок.

Применение методов и технологий интеллектуальных транспортных систем (ИТС) железнодорожного транспорта (ИТСЖ), направлено на повышение эффективности железнодорожных перевозок. Отметим здесь первостепенную роль процедур автоматического/автоматизированного мониторинга железнодорожных перевозок, необходимость оперативного взаимодействия подвижных объектов с инфраструктурой, важную роль, как формирования, так и использования баз данных и знаний, применения методов интеллектуального управления (распознавание, классификация, управление по шаблонам и др.). Комплекс возникающих и реализуемых при этом технологических и эксплуатационных задач, а также интегрированных информационно-телекоммуникационных технологий, ориентированных на формирование, интерпретацию и использование моделей процессов железнодорожных перевозок и средств их рационального применения, указывает сферу ИТСЖ Укрзалізничці (УЗ).

В настоящее время единая автоматизированная система управления грузовыми перевозками УЗ (АСК ВП УЗЕ) обеспечивает информационную и информационно-аналитическую поддержку всех технологических процессов управления и эксплуатации вагонных парков (ВП). Вместе с тем одной из основных становится задача ее развития и преобразования в информационно-управляющую, а далее – в автоматизированную систему с прогностическим управлением. Для решения указанной задачи предпола-

<sup>1</sup> В.В. Скалозуб – профессор, декан факультета «Техническая кибернетика», д.т.н., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна

<sup>2</sup> И.В. Клименко – ассистент кафедры «Компьютерных информационных технологий», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна

<sup>3</sup> В.Н. Осовик – главный инженер Юго-Западной железной дороги, Укрзалізничці

<sup>4</sup> М.С. Чередниченко – главный инженер ПКБ АСУ ЗТ Украины, к.э.н.

ется использовать, все современные методы анализа данных и моделирования, информационные и телекоммуникационные технологии, в том числе спутниковые системы навигации и позиционирования (ГЛОНАСС, GPS и др.), подобно тому, как это проводится в Российской Федерации (РФ) [1].

Реализация процессов преобразования АСК ВП УЗЕ в информационно-управляющую систему опирается на обработку и преобразование ее баз и хранилищ данных, автоматизацию и выполнение процедур мониторинга, диагностирования, интерпретации и моделирования процессов грузовых перевозок. Эти процессы происходят в неразрывной связи с соответствующими процессами управления перевозками, эксплуатацией, ремонтами и др. В практическом плане решается теоретически и реализуется средствами информационных технологий комплексная задача формирования баз знаний процессов грузовых железнодорожных перевозок в Украине. Выполнение этой сложной работы связывается с решением многих частных задач для отдельных процессов и подсистем. В статье представлены некоторые результаты исследований, направленных на развитие интеллектуальных моделей и методов автоматизации процедур формирования баз знаний системы АСК ВП УЗЕ для процессов управления вагонными парками.

Анализ направлений развития ИТС позволяет выделить ряд основных тенденций и направлений дальнейшего их совершенствования как интеллектуальных систем. Среди них – интеллектуализация транспортного средства, спецификация функций взаимодействия и обмена данными между транспортными средствами, самоорганизация ТС и формирование законов коалиционного «поведения» отдельных подсистем. В данной работе представлены некоторые математические и информационные модели, раскрывающие содержание типов взаимодействия объектов ТС, а также демонстрирующие возможности кооперативного управления в них. Предложено выделить несколько основных типов взаимодействия подвижных объектов между собой, а также подвижных объектов и инфраструктуры, которые определяют модели информационного взаимодействия объектов в ИТС. Устанавливается связь между моделями информационного взаимодействия объектов и основными свойствами интеллектуальных технологий перевозок, характерных для ИТС. Рассматриваются модели процедур кооперативного взаимодействия объектов при железнодорожных перевозках, в которых участвуют несколько перевозчиков, операторов. Она формализованная как многокритериальная модель дискретного математического программирования с побочными платежами. На примере реализации транспортных задачи с участием нескольких операторов, собственников средств перевозки, исследованы вычислительные аспекты реализации динамических потоковых задач, а также эффективность кооперативного взаимодействия.

Далее, в статье выполнено развитие графических моделей процессов эксплуатации грузовых вагонных парков, состоящее в формировании интеллектуальных программных объектов. Укажем, что в [2-4] на основе данных системы АСК ВП УЗ построены информационные и математические модели для анализа параметров вагонопотоков, в целом же – процессов эксплуатации вагонных парков различных собственников. Они предназначены для использования в системах поддержки принятия решений (СППР). В частности, в [2] формируются и обобщаются ГЕРТ-модели, а также нечеткие модели для потоков в сетях произвольной структуры. В [3-4] разработаны логистически-технологическая (ЛТД) и логистически-экономическая (ЛЭД) диаграммы – графиче-

ские модели процессов эксплуатации вагонных парков. В ЛТД и ЛЭД дуги графов характеризуются набором параметров, обобщенными величинами, отображающими технологическую составляющую процессов эксплуатации вагонных парков на некотором направлении (ЛТД), а ЛЭД – раскрывают их экономическую сторону.

### Графические модели процессов эксплуатации вагонных парков

Развитие названных графических моделей выполнено за счет включения в них дополнительных механизмов обработки данных. При этом с каждой дугой графа эксплуатации ВП связывается структура данных, представляющая временной ряд (ВР). Его значения, уровни, характеризуют вагонопоток в отдельные периоды. Кроме этого в модель включаются процедуры по обработке и интерпретации уровней этих ВР, которые могут быть детерминированными, статистическими и нечеткими. Расширенные таким образом модели ЛТД и ЛЭД становятся объектами, моделями баз знаний, объединяют данные и процедуры. На этой основе становится возможным автоматическое моделирование и прогнозирование параметров соответствующих вагонопотоков. Прогнозирование параметров вагонопотоков как свойство модели процессов можно рассматривать как шаг по реализации прогнозного управления [6] технологическими, экономическими и др. процессами эксплуатации вагонных парков.

Логистико-технологический анализ используется для оценки степени эффективности эксплуатации вагонных парков, соответствующих действий персонала операторской компании (ОК) и т.п. На рис. 1, приведен пример ЛТД эксплуатации ВП некоторой операторской компании. Разработанные методика и программные средства [3-4] позволяют проводить анализ данных мониторинга процессов грузовых перевозок с различной степенью детализации, оценивать качество эксплуатации вагонных парков, что обеспечивается за счет фильтрации второстепенных операций процессов перевозок.

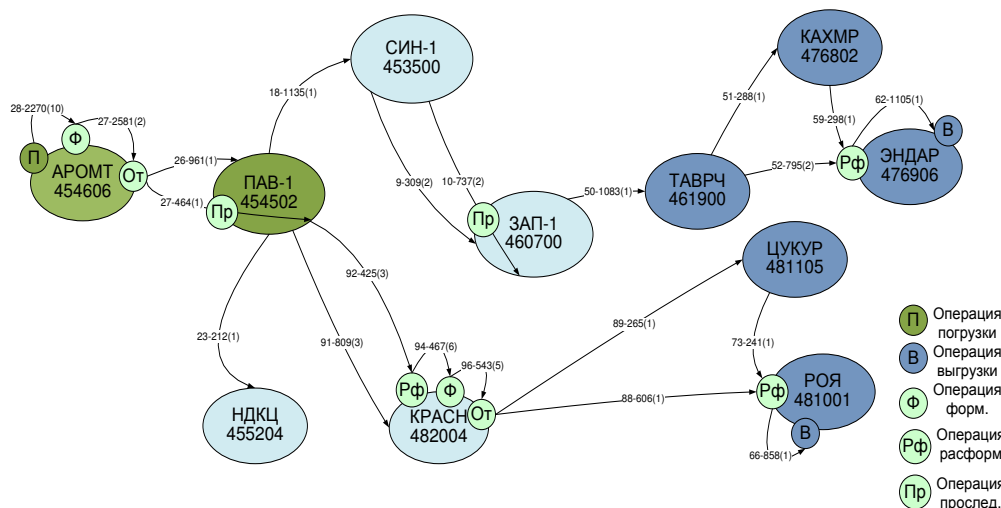


Рис. 1. Логистически-технологическая диаграмма эксплуатации вагонных парков

В ЛТД предусмотрена различная степень детализации и отображения данных мониторинга – возможно варьирование представления от базовой, детальное описание процессов эксплуатации каждого конкретного вагона, до обобщенного описания параметров вагонопотоков (груженых или порожних рейсов) между станциями погрузки/выгрузки. Программное обеспечение ЛТД является гибким настраиваемым инстру-

ментом, в первую очередь зависящим от полигона, к которому применяется анализ. Предусмотрены следующие типы детализации процессов, варианты логистически-технологического анализа:

- расчет основных эксплуатационных характеристик вагонопотоков, охватывающих стандартные показатели железнодорожного транспорта, на полигонах – от УЗ в целом до выделенной группы станций;
- расчет и анализ детальных эксплуатационных характеристик вагонопотоков на полигоне, где полигон – выделенная группа станций;
- расчет и анализ подробных эксплуатационных характеристик груженого/порожного среднего рейса заданного типа;
- расчет и анализ подробных эксплуатационных характеристик груженого/порожного рейса отдельно взятого грузового вагона на полигоне, с указанием критичных точек.

Диаграммы ЛТД и ЛЭД, (рис. 1–2), являются средствами визуализации результатов автоматизированного контроля и мониторинга процессов использования всех вагонов ОК, путем анализа информации об операциях с вагонами и поездами. При этом учитываются следующие блоки операций:

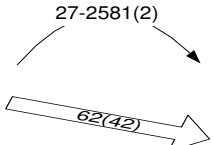
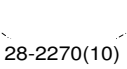
- операции прибытия вагонов на станцию;
- отправления со станции;
- проследования, приема на дорогу и сдачи с дороги;
- блок погрузки/выгрузки;
- операции, описывающие неисправные вагоны;
- операции, меняющие поездное состояние вагонов (РАСФОР/ФОРМ).

Указанных блоков операций достаточно для мониторинга с высокой точностью, достоверностью, наглядностью процессов эксплуатации ВП, для которых рассчитываются технологические и экономические показатели перевозок грузов и возврата порожняка. На ЛТД (рис. 1), отмечены пункты погрузки, выгрузки вагонов ОК, условно представлено движение вагонопотоков между ними. Возможно, развернутое отображение любого из рейсов вагонов более подробно. При этом допускается выделение промежуточных перегонов, станций и отображение характеристик простоев вагонов на них за указанный период.

В ЛЭД отображены элементы двух типов – вершины, станции, направленные дуги обозначают рейсы вагонов. Дуги могут быть двух типов, описанных в табл. 1. ЛЭД (рис. 2), отображает курсирование вагонов на различных полигонах. ЛЭД позволяют оценить, как грузовые (толстые стрелки, или тонкие сплошные), так и порожние рейсы (стрелки из пунктирных линий) по подводу вагонов под погрузку, а также количественные (первое число на стрелке) и временные характеристики (число в скобках, часы) этих процессов.

На ЛЭД также могут быть указаны коды основных перевозимых грузов (третье число на дуге), которые предназначены для расчета денежной оценки работы вагонов, а также изображены этапы цикла использования вагонов (в виде последовательности номеров). На рисунках тонкие стрелки, петли одной станции, дают количество обработанных на ней за месяц вагонов и среднее время в часах на их обработку (интервал времени от выгрузки до погрузки).

Элементы логистически-экономических диаграмм

| №№ | Символ                                                                            | Описание                                                                                                                | Расшифровка значений                                                                                                                                        |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. |  | Сплошной тонкой или широкой стрелкой обозначаются рейсы грузевых вагонов, направление стрелки означает станцию выгрузки | Каждая дуга может характеризоваться набором трех чисел.<br>1 - порядковый номер (не обязательное);<br>2 - количество рейсов;<br>3 - среднее время движения. |
| 2. |  | Пунктиром обозначаются рейсы порожних вагонов, направление станция погрузки                                             |                                                                                                                                                             |

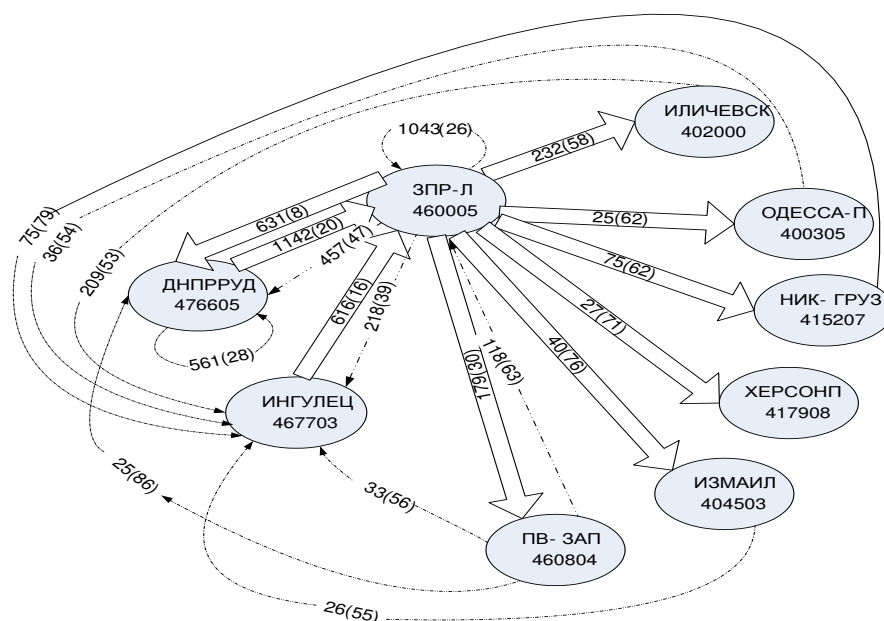


Рис. 2. ЛЭД работы собственных вагонов компаний операторов на полигоне Укрзализныци

### Интеллектуальные методы в графических моделях процессов эксплуатации вагонных парков

Для преобразования моделей ЛТД и ЛЭД в форму баз знаний (БЗн) в них были включены дополнительные процедуры обработки данных. Как известно [5], особенностью моделей БЗн является наличие таких специальных процедур, а также механизмы их автоматического использования при формировании решений. Для обеспечения интеллектуальных свойств моделям модифицированных ЛТД и ЛЭД выполнено следующее. Во-первых, расширена их информационная базы – с каждой дугой графов процессов эксплуатации ВП связывается временной ряд, уровни которого характеризуют вагонопоток в отдельные последовательные периоды. Во-вторых, в модель добавлены процедуры, обеспечивающие обработку и интерпретацию уровней ВР. Они обеспечивают формирование и автоматический расчет оперативных (а не усредненных значений, указанных в ЛЭД и ЛТД) характеристик процессов эксплуатации ВП. В зависимости от применяемых процедур обработки уровней ВР получают различные модели процессов эксплуатации ВП (детерминированные, стохастические, нечеткие, интервальные др.).

Рассмотрим процедуры использования обобщенных моделей хаотической динамики (обобщенное логистическое отображение) [6–8], а также модифицированных процедур Т. Демарка [9–10] для графических моделей процессов эксплуатации ВП. Этот вопрос возникает в связи с произвольным и наперед не установленным при разработке моделей ЛТД и ЛЭД характером ВР этих графических моделей, когда решается задача выбора методов для моделирования и прогнозирования параметров ВР. Такие процедуры применяются в случае сложных динамических форм и при возникновении нерегулярности параметров процессов эксплуатации части вагонов некоторых ОК.

Для решения задачи интерпретации и прогнозирования уровней ВР использована модель расширенного логистического отображения (РЛО) вида (1). Содержательно процедура интерпретации сводится к следующему. Предполагается, что наблюдаемый и представленный ВР процесс эксплуатации ВП может быть описан уравнениями (1), (2). На основе данных ВР (3) необходимо получить оценки модели (1) или (2). Если связать все или же некоторые из расчетных значений параметров (1), (2) с оценками управлений, влияющих на формирующие ВР процессы, тогда оказывается возможным «объяснения характеристик ВР» на основе величин управляющих воздействий.

Модель расширенного логистического отображения имеет вид:

$$x_{n+1} = \prod_k \lambda_k x_n^{\alpha_k} * \prod_j [\mu_j (1 - x_n)^{\beta_j}] \quad (1)$$

В работе для моделирования некоторых процессов, представленных ВР на дугах диаграмм, исследована и эффективно использована простейшая форма модели (1) вида:

$$x_{n+1} = \lambda x_n^{\alpha} (1 - x_n)^{\beta} \quad (2)$$

Для интерпретации ВР наблюдений над процессом, а далее прогноза значений показателя  $x_n$  (мера ряда), необходимо установить содержательный смысл влияющих факторов, интегральный эффект которых и дается временным рядом:

$$x_0, x_1, x_2, x_3, \dots \quad (3)$$

С целью получения интерпретаций процессов эксплуатации ВП (3) в терминах моделей (1), (2) принимается, что коэффициенты моделей отображают влияние различных управляющих характеристик:

$(\lambda_1; \alpha_1)$  – воздействия управляющего фактора 1;  $(\lambda_2; \alpha_2)$  – фактор 2;

$(\mu_1; \beta_1)$  – фактор  $(k+1)$ , ;  $(\mu_2; \beta_2)$  – фактор  $(k+2)$ . (4)

Величины уровней ряда (3) используются для идентификации (оценок) значений параметров (4). При этом значения (4) рассчитываются при последовательном рассмотрении уровней (3), считая их полученными на основе уравнения (1) или же (2). Еще не определенные значения параметров модели (1), (2) – отбрасываются (принимает значение (0;1) – они выбираются нужным образом.

Процедура оценки значений параметров (4) определяется последовательностями решаемых уравнений. А именно, из системы:

$$\begin{cases} x_1 = \lambda_1 x_0^{\alpha_1} \\ x_2 = \lambda_1 x_1^{\alpha_1} \end{cases}, \quad (5)$$

находят значения параметров  $(\lambda_1, \alpha_1)$ . Считая, что уровни  $x_3, x_4$ , и другие в последовательности (3) получены по (1), (2) с учетом  $(\lambda_1, \alpha_1)$ , формируют новую систему уравнений для определения  $(\lambda_2, \alpha_2)$ :

$$\begin{cases} x_3 = \lambda_1 x_2^{\alpha_1} * \lambda_2 x_2^{\alpha_2} \\ x_4 = \lambda_1 x_3^{\alpha_1} * \lambda_2 x_3^{\alpha_2} \end{cases}, \quad (6)$$

из которой рассчитываются значения  $(\lambda_2, \alpha_2)$ . Последующие новые параметры компонентов модели (1) оцениваются, исходя из известных значений ее параметров  $(\lambda_1, \alpha_1)$ ;  $(\lambda_2, \alpha_2)$  и так далее, используя ту же методику.

Значения параметров  $(\mu_1, \beta_1)$  и дальнейших в (1) получают на основе уравнений типа (5), (6), либо путем рассуждений работы [8]. А именно: задавая некоторое значение уровня ВР, рассчитывают очередной параметр модели. Далее по модели (1) с известными параметрами (4) строят прогнозы следующих этапов, уровней ВР (3).

Приведем пример использования значений (3) для решения задач оперативного прогнозирования ВР на основе модели (1). Укажем, что согласно [6-8] и другим исследованиям уже простые нелинейные модели при некоторых значениях параметров имеют хаотическое поведение при достаточном количестве уровней ряда. На практике установить количество уровней модели ряда (1), когда начинается «хаотическое поведение», невозможно. Поэтому прогнозирование осуществляется на основе обобщения расчетов для нескольких моделей (1), параметры которых рассчитываются по методу наименьших квадратов (МНК) [11] для фрагментов ВР разной длины (эти параметры являются существенно различными).

Построение прогноза в нашем случае происходит рекуррентно. Прогнозирование на 1 или 2 шага с использованием модели (1) выполняется по следующему обобщенному алгоритму. При построении модели вида (1) используют 15, 10 и 5 предыдущих значений ряда. Значения параметров моделей  $\lambda$ ,  $\alpha$  и  $\beta$  оцениваются по методу МНК.

В соответствии с выбранным количеством предыдущих значений ряда определяется N и производится расчет параметров  $(\lambda, \alpha$  и  $\beta)$ . Выполняется построение прогноза на следующий период по найденным параметрам модели (1) – определяется следующий уровень ряда и т.д.

На основе прогнозов для 15, 10 и 5 предыдущих значений ряда, определяют среднее значение результатов моделей, на основе которых получают Прогноз № 1 и Прогноз № 2, соответственно на один и два шага вперед [10]. Графики процессов оперативного прогнозирования ВР на основе (1) представлены на рис. 3. Процедура рассчитана в первую очередь на оперативное прогнозирование, и здесь лишь демонстрируются некоторые возможности модели (1) относительно пошагового представления весьма сложного процесса, описанного с помощью ВР.

На основе моделей (1), (2) и их программных процедур выполняется расширение и интеллектуализация графических моделей ЛТД и ЛЭД процессов эксплуатации вагонных парков, представленных в БЗн системы АСК ВП УЗЕ с помощью временных рядов.

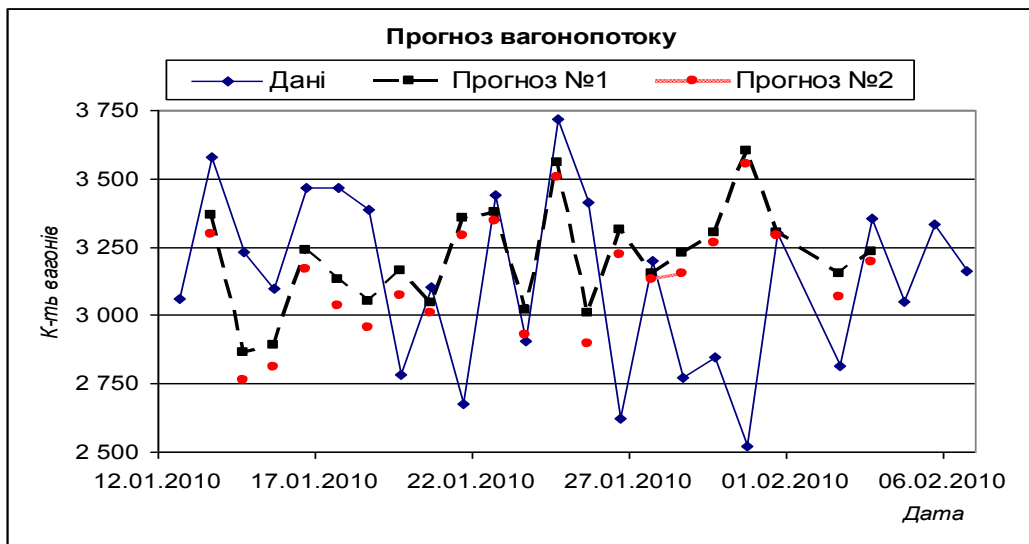


Рис. 3. Оперативное прогнозирование уровней ВР процессов эксплуатации вагонных парков на основе уравнения (1)

### **О типах моделей информационного взаимодействия объектов ИТС**

Как было отмечено, спецификация функций взаимодействия и обмена данными между транспортными средствами (наряду с интеллектуализацией отдельного транспортного средства, самоорганизацией транспортных систем и формированием законов коалиционного «поведения» отдельных подсистем) относится к одному из основных направлений совершенствования ИТС как интеллектуальных систем. При анализе типов информационных и математических моделей взаимодействия объектов будем учитывать: количество взаимодействующих систем, наличие в этом множестве подсистем объектов инфраструктуры, тип источников данных, тип используемых данных (детерминированные переменные, статистические, нечеткие, интервальные, агрегированные и др.), категорию задачи коалиционного взаимодействия (анализ параметров состояний, прогноз ожидаемых параметров взаимодействующих объектов, вектор управляемых параметров коалиционного взаимодействия, формы кооперации систем др.), оперативность (учет требований ко времени реакции).

В частности, обобщенно укажем здесь основные классы моделей задач информационного взаимодействия в ИТС.

Классы задач взаимодействия зависят от следующего:

- числа источников данных, контролируемых объектов (один или много);
- имеются ли среди них несколько взаимодействующих между собой объектов;
- имеется ли некоторый объект-источник, соответствующий системам инфраструктуры;
- допускается ли перестройка системы передачи (изменяется число передаваемых параметров по команде от «инфраструктуры», от управляющего программного обеспечения или же от микропроцессорной системы на борту);
- допускаются ли предупреждающие сообщения в мобильную систему;
- допускаются ли команды управления, блокировки, например, при аварийном режиме, который не распознается мобильной системой.

В качестве одной из общих математических моделей для представления указанных типов и структур задач информационного взаимодействия объектов ИТС являются сети Петри и их обобщения.

### **Задачи кооперативного управления при грузовых железнодорожных перевозках**

Исследуем простейшие компромиссные модели кооперативного взаимодействия при планировании железнодорожных перевозок, в которых участвуют несколько операторских компаний (ОК). Планирование перевозок выполняется на основе обобщенной математической модели транспортной задачи. Основная особенность постановки задачи формирования компромиссной модели кооперативного взаимодействия ОК определяется следующим.

Пусть планируется перевозка для двух ОК, каждый из которых имеет вагоны на нескольких станциях отправления, которые должны быть доставлены на одну из числа заданных станций назначения. На станциях могут быть вагоны нескольких операторов, они могут следовать на одни и те же станции назначения. Известна матрица удельных стоимостей перевозки между всеми станциями. Необходимо построить такой план перевозок, чтобы минимизировать затраты на перевозку каждого оператора. Заметим, что в классической модели требуется минимизация суммарных затрат ОК [12]. При этом затраты некоторого одного из них могут быть существенно больше, чем другого. В этом случае задача планирования может быть формализована как многокритериальная модель дискретного математического программирования с побочными платежами. Побочные платежи содержательно означают возможность перераспределения затрат вне модели планирования, после выполнения перевозок.

Следует указать, что классическая модель представляет компромисс равноправных партнеров коалиции. В качестве характеристики «важности» ОК выберем коэффициенты, принимающие значения в интервале  $[0; 1]$ , сумма которых равна 1. Решая обобщенную транспортную задачу, в которой затраты каждого оператора «взвешены» коэффициентом важности, получают некоторую эффективную точку области компромиссов, области Парето.

Рассчитав решения задачи при различных наборах коэффициентов важности, строят все компромиссное (переговорное) множество, в котором далее ОК выбирают согласованное кооперативное решение.

В табл. 2, представлены результаты формирования области Парето, где указаны значения целевых функций затрат на перевозки компаний операторов ОК (строки O1, O2), аддитивной (строка O1+O2) и мультипликативной (строка O1\*O2) компромиссных моделей, а также соответствующие значения коэффициентов.

Таблица 2

Значение целевых функций затрат на перевозки компаний операторов

|          |        |            |            |            |            |            |            |            |            |
|----------|--------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| O1       | 770    | 794        | 830        | 836        | 1040       | 1510       | 1734       | 2019       | 2190       |
| O2       | 2682   | 2534       | 2390       | 2380       | 2110       | 1640       | 1495       | 1440       | 1370       |
| O1+O2    | 3452   | 3328       | 3220       | 3216       | 3150       | 3150       | 3229       | 3459       | 3560       |
| Коэффиц. | 1<br>0 | 0,8<br>0,2 | 0,7<br>0,3 | 0,6<br>0,4 | 0,5<br>0,5 | 0,4<br>0,6 | 0,3<br>0,7 | 0,2<br>0,8 | 0,1<br>0,9 |
| O1*O2    | 2,065  | 2,011      | 1,98       | 1,989      | 2,194      | 2,476      | 2,592      | 2,907      | 3,00       |

Расчеты показали многоэкстремальный характер задачи дискретной оптимизации. Так для коэффициентов важности (0,5 и 0,5) и (0,4 и 0,6) значение аддитивной свертки равняется 3150 при существенно различных значениях частных целевых функций операторов О1, О2, как и собственно векторах решений. Из таблицы следует, что области компромиссов возможных значений частных целевых функций операторов ОК1 и ОК2 неодинаковые, имеются достаточно широкие возможности для выбора их согласованного решения. Это показывают и векторы оптимальных решений, характеризующие планы перевозок, соответствующие табл. 2, представляющую эффективность кооперативного взаимодействия.

На примере реализации транспортных задачи с участием нескольких операторов, собственников средств перевозки, исследованы также и вычислительные аспекты реализации динамических потоковых задач, связанных с моделью транспортной задачи.

## **Выводы**

Совершенствование АСУ железнодорожного транспорта Украины, в том числе системы АСК ВП УЗЕ, связывается с их преобразованием в информационно-управляющие системы, а затем – в системы прогнозного управления. При этом, важную роль играют вопросы создания систем интеллектуального управления как составляющих ИТСЖ. С целью развития АСК ВП УЗЕ выполнено развитие моделей и процедур управления эксплуатацией ВП различных собственников, за счет расширения информационной базы и создания новых методов объектов, представляющих графические диаграммы процессов эксплуатации ВП. На основе предложенного расширения графических моделей создается основа автоматизации процессов формирования баз знаний для задач анализа эксплуатации ВП.

Исследованы на примере обобщенной модели транспортной задачи вопросы формирования кооперативного управления ВП нескольких собственников, операторов. Рассмотрены задачи классификации типов моделей информационного взаимодействия объектов ИТС. Предложенные интеллектуальные средства позволяют формализовать процессы взаимодействия объектов в ИТС, а в частности – автоматизировать процедуры формирования баз знаний системы АСУ ВП УЗЕ Укрзализныци.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Стратегия инновационного развития ОАО «Российские железные дороги» на период до 2015 года. / [Электронный ресурс]: Режим доступа: – <http://doc.rzd.ru/doc/err403>.
2. Скалозуб В.В., Андрищенко В.О., Солтисюк О. В. Моделювання процесів оптимального планування вантажних перевезень вагонними парками різних форм власності // Системні технології, №1(48). – Дніпропетровськ, 2007. С. 138 – 150.
3. Математическое моделирование процессов эксплуатации вагонных парков различных форм собственности /В.В. Скалозуб, О.В. , М.С. Чередниченко //Вестник Белорусского Государственного Университета Транспорта «Наука и Транспорт». – 2007. – №1-2 – С. 35-41.
4. Чередниченко М. С. Разработка процедур технологического-экономического анализа процессов управления вагонными парками операторов железнодорожного транспорта / М. С. Чередниченко // Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. пр. – Луганськ : Східноукр. нац. ун-т ім. В.Даля. – 2010.– № 1 (33). – С. 52–58.
5. Джарратано Д., Райли Г. Экспертные системы. / Д. Джарратано, Г. Райли. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2007. – 1152 с.

6. Скалозуб В.В., Клименко И.В. Прогнозирование и интерпретация процессов на основе расширенного логистического отображения // У зб. «Економічна кібернетика: інноваційний підхід в управлінні». – Дніпропетровськ: Герда, 2013. С. 182-188.
7. Исследования одномерного логистического отображения // Сб. тр. «Математика. Компьютер. Образование», Т.2, – Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2005. – С. 702-710.
8. Сергеева Л.Н. Нелинейная экономика: модели и методы: [монография / научн. ред. проф. Ю.Г. Лысенко] / Л.Н. Сергеева. — Запорожье: Полиграф, 2003. — 218 с.
9. Томас Р. Демарк. Технический анализ – новая наука.[Текст]. – М.: Диаграмма, 1997. – 280с.
10. Клименко І.В. Адаптація метода Т. Демарка для прогнозування векторних інтервальних часових рядів /І.В. Клименко // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – 2011. – № 37. – С. 274–277.
11. Моделі і методи соціально-економічного прогнозування: Підручник/ [Геєць В.М., Клебанова Т.С., Черняк О.І., Іванов В.В., Дубровіна Н.А., Ставицький А.В.] — Х.: ВД «ІНЖЕК», 2005. — 396 с.
12. Исследование операций [Текст. В 2-х томах, пер. с англ.] / Под ред. Дж. Моудера, С. Элмаграби. – М.: Мир, 1981.

**VI.V. Skalozub, I.V. Klymenko, V.N. Osovyk, M.S. Cherednychenko**

## **TASKS OF INTELLECTUALIZATION OF AUTOMATED SYSTEMS FLEET MANAGEMENT OF THE UKRZALIZNYTSI**

*Explored problems of the formation of intelligent automated management systems railway transport of Ukraine. With the use of artificial intelligence methods improved graphical models of processes exploitation of car parks. Described information models of object interaction and co-operative of Fleet Management multiple carriers.*

VI.V. Skalozub – Professor, Dean of the Faculty Technical Cybernetics, Doctor of Technical Sciences. Dnepropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan

I.V. Klymenko – Assistant of the Department of Computer Information Technology. Dnepropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan.

V.N. Osovyk – Chief Engineer of the South-Western Railway, Ukrzaliznitsa.

M.S. Cherednychenko – Chief Engineer of the PKTB ASU ZT Ukraine, Ph.D.