В.Л. Павлов, *ОАО «НИИАС», Москва*

Интеллектуальная система оценки пропускной способности участков железных дорог

В процессе создания и функционирования интеллектуальных систем управления организационно-техническими процессами на ж.д. транспорте используются модели и методы искусственного интеллекта. В рамках данного процесса применяются принципы совместного использования как регулярных, так и интеллектуальных методов и эвристических способов. В данной работе рассматривается реализация указанных принципов на примере создания СППР (далее Системы) по оценке пропускных способностей участков железных дорог.

При разработке системы необходимо учитывать большой объем исходных данных в сочетании с интегрированными знаниями специалистов различных областей: теории систем железнодорожной автоматики и телемеханики; систем управления железнодорожным транспортом; тяговых расчетов.

Функциональная структура Системы имеет модульный принцип построения (рис.1) и включает подсистемы: формирования исходных данных, имитационного моделирования движения поездов, обработки результатов имитационного моделирования [2,3], управления базами данных и базами знаний, а также модули, включающие базу моделей, базы данных, базу знаний и модуль организации диалога с пользователем. Указанные подсистемы реализованы программно. Модели движения поездов и основанная на них система обработки информации встраиваются в общую архитектуру информационной системы управления перевозочным процессом в части процедур анализа, прогноза и поддержки принятия решений.

Подсистема формирования исходных данных предназначена для автоматической актуализации (синхронизации) данных для расчета, ведение которых осуществляется во взаимодействующих АСУ. Процесс синхронизации осуществляется с использованием WEB-сервисов. Предусматривается синхронизация по следующим блокам данных:

- продольный профиль;
- тяговые характеристики локомотивов;
- максимальнодопустимая скорость движения по участку;
- число станций;
- количество приемо – отправочных путей на станциях и их длины;
- длина перегонов;
- размеры блок – участков;
- размещение светофоров;
- скорость движения на различные показания светофоров;
- ограничения скорости движения.

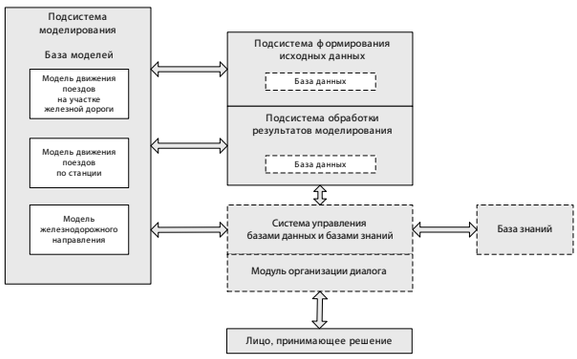

Рис. 1. Структура СППР

Входящий в состав Системы модуль базы знаний содержит фактическую информацию и обеспечивает реализацию основанных на знаниях правил вывода. База знаний, отображающая формализованное описание процесса движения поездов на участке, использует фреймовую модель. В данном контексте фрейм – это структура данных, содержащая минимально необходимую информацию для представления класса объектов – участков железных дорог. В наиболее простом случае фрейм, характеризующий участок, представляется в следующем виде:

$$F= \{(I),(r_1, f_1, ПП_1), (r_2, f_2, ПП_2),..., (r_n, f_n, ПП_n)\},$$

где I – имя фрейма (название участка железной дороги); r_1 – имя слота; f_1 – значение слота (i=1,...,n); $ПП_j$ – имя присоединенной процедуры (j=1,...,m).

Слотами являются свойства описываемого объекта – участка железной дороги. В качестве значений слотов могут выступать имена других фреймов; имена процедур. Значения слотов, отражающие характеристики участка, могут задаваться в виде массива, матрицы, списка. При этом в качестве атрибутов могут использоваться различные типы данных. В данном рассмотрении семантическую сеть можно рассматривать как частный случай фрейма. При этом предусматривается возможность дальнейшего развертывания семантической сети. В результате введения структур-

ных связей между фреймами образуется однородная семантическая сеть со сложными вершинами.

В качестве примера рассмотрим в виде фрейма участок «Варениковская – Юровский» (рис.2).

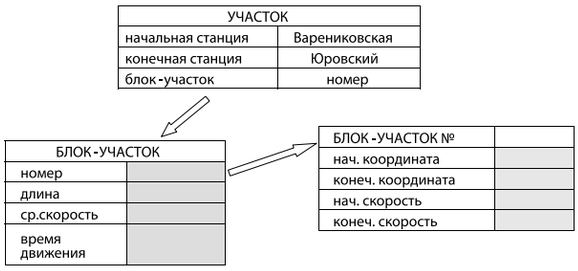

Рис. 2 Структура иерархической системы фреймов, описывающих понятие УЧАСТОК железной дороги

В общем случае слотами, входящими в состав фреймов **участок, блок–участок и блок–участок №**, могут быть незаполненные составляющие фрейма, заполнение которых будет соответствовать конкретному участку железной дороги. Значениями слотов **длина, средняя скорость, время движения** могут быть присоединенные процедуры. Из одного фрейма, характеризующего участок, можно ссылаться на один или несколько других, образуя иерархические сетевые структуры. В рассмотренном выше примере из фрейма **участок** осуществляется ссылка на фрейм **блок–участок**, из которого затем идет ссылка на фрейм **блок–участок №.**

База моделей включает имитационные модели, ориентированные на решение различных комплексов технологических функциональных задач. Формализованное представление знаний специалистов о динамике процесса движения поездов по участку осуществляется в процессе построения имитационной модели движения поездов. Для программной реализации имитационной модели движения поездов на участке использовалась современная версия языка GPSS – GPSS World [1,6]. В модели движения поездов двухпутный участок, оснащенный трехзначной автоблокировкой, представляется многофазной системой массового обслуживания (СМО), включающей приборы (блок – участки) и многоканальные устройства (станции), емкость которых соответствует числу приемо – отправочных путей.

Таким образом, база знаний и база имитационных моделей интегрируют знания специалистов в конкретной предметной области – управлении перевозочным процессом в виде наборов фреймов и соответствующих имитационных процедур.

Пропускная способность участка рассчитывается по разработанной методике [4,5]. Кроме того, по результатам моделирования определяются дополнительные частные показатели оценки пропускной способности-коэффициенты загрузки блок – участков (отношение времени занятия блок – участка поездами к общему времени моделирования) и количество поездов, прошедших на различные сигналы светофора. Цель имитационных исследований – комплексная оценка показателей пропускной способности участка.

Подсистема обработки результатов имитационного моделирования обеспечивает реализацию следующих автоматизируемых функций[3]:

- редактирование отчетов по результатам имитационного моделирования движения поездов;
- создание (импорт), хранение ИМ движения поездов на участке;
- сохранение отчетов моделирования движения поездов в базе данных;
- сохранение отчетов моделирования в виде XML файлов;
- публикация отчетов на Web-узле.

Визуализация результатов оценки пропускных способностей осуществляется с использованием портальных технологий. Web-расширение Системы обеспечивает возможность пользователям независимо от их местонахождения просматривать информацию о показателях пропускной способности участков, а также отчетные материалы. Удаленный доступ осуществляется через портал с использованием браузера Microsoft Internet Explorer (рис.3).

Рис.3 Фрагмент Web-портала оценки пропускной способности участков железных дорог

Выводы:

Предложена структура интеллектуальной системы оценки пропускной способности участков железных дорог. Основные компоненты системы – база имитационных моделей и база знаний – обеспечивают интегрированное представление знаний специалистов-тех-

нологов в рамках формализованного представления процесса движения поездов по участкам железных дорог. Объективность количественных оценок показателей эффективности, характеризующих пропускную способность участков, достигается за счет учета значительного числа влияющих факторов. В частности, учитываются такие характеристики участка, как: профиль пути, путевой план, тяговые характеристики локомотивов, максимально допустимые скорости, ограничения скорости, автоблокировка, длины блок – участков и перегонов, длина и вес поездов, число станций и количество приемо – отправочных путей.

Эффективная система визуализации результатов расчетов пропускных способностей, реализованная с использованием портальных технологий, позволяет отображать интегральную оценку перевозочных возможностей железных дорог в целях обоснования объемов перевозки грузов, оценки максимальных размеров движения для недопущения перенасыщения, а также рационального выбора вариантов технического оснащения участков.

Литература

1. Павлов В.Л. Программный комплекс имитационного моделирования движения поездов на участке железной дороги Сызрань – Сенная. Техника и технология №6, 2008г.
2. Павлов В.Л. Разработка автоматизированной системы оценки пропускной способности участков железных дорог с применением моделирования. Техника и технология № 3, 2010г.
3. Павлов В.Л., Федотов М.В. Применение методов распределенной обработки данных имитационного моделирования в системах корпоративного управления. СПб.:2009//Четвертая всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности <<Имитационное моделирование, теория и практика>>. Сб. докладов. Т.1 С. 302-305.
4. Левин Д.Ю., Павлов В.Л. Расчет и использование пропускной способности железных дорог: монография.- М.:ФГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2011.-364 с.
5. Павлов В.Л. Применение имитационного моделирования в автоматизированной системе оценки пропускной способности железных дорог. СПб.: 2011//Пятая всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности <<Имитационное моделирование, теория и практика>>. Сб. докладов. Т.2 С. 205-209.
6. Руководство пользователя по GPSS World. Пер. с английского, Казань: Издательство «Мастер-Лайн», 2002.

А.С. Мандель, *ИПУ РАН, Москва*

Концепция структурного прогнозирования в задаче предсказания состояния железнодорожных путей и ее связь с задачей принятия решений по планированию плановых ремонтов

Введение

Одной из приоритетных задач, связанных с повышением безопасности перевозочного процесса, является совершенствование системы управления безопасностью движения в новой организационной структуре управления железными дорогами, предусматривающей предупреждение отказов и событий и контроль параметров надежности технологических и технических элементов перевозочного процесса. При этом решение проблемы совершенствования системы управления безопасностью движения в значительной степени опирается на совершенствование методов прогнозирования состояний различных компонент железнодорожного хозяйства: подвижного состава, телемеханического оборудования, железнодорожных путей и полосы отвода и ряда других [1].

Исследуется возможность решения проблемы прогнозирования состояния железнодорожных путей и полосы отвода на основе методов структурного прогнозирования и ее связь с задачей планирования плановых ремонтов, направленных на улучшение состояния железнодорожных путей и полосы отвода [2-5].