

AnyLogic позволяет моделировать дорожные сети, используя Библиотеку дорожного движения – гибкий и мощный инструмент для создания реалистичных имитационных моделей и принятия наиболее эффективных решений при проектировании и оснащении дорог. Визуализация помогает быстро построить модель и оценить её работу: карты плотности показывают загруженность дорог, а анимация демонстрирует поток машин и узкие места. AnyLogic даёт полную свободу в экспериментах и позволяет оптимизировать модель в виртуальной среде для последующей успешной реализации проекта в реальном мире.

#### Список литературы

- 1 Карпов, Ю. Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5 / Ю. Г. Карпов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2006. – 400 с.
- 2 Введение в математическое моделирование транспортных потоков / под ред. А. В. Гасникова, МЦНМО, 2014. – 427 с.
- 3 Семенов, В. В. Математическое моделирование транспортных потоков / В. В. Семенов. – М., 2003. – 26 с.
- 4 Введение в математическое моделирование транспортных потоков / А. В. Гасников [и др.]. – М. : МФТИ, 2010. – 363 с.
- 5 Маркуц, В. М. Транспортные потоки автомобильных дорог и городских улиц / В. М. Маркуц. – Тюмень, 2008. – 108 с.

УДК 656.2

## ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

*А. А. ЕРОФЕЕВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

*В. В. ГОЛЕНКОВ*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск*

Железнодорожный транспорт на протяжении десятилетий является передовым в области внедрения информационных технологий. На Белорусской железной дороге только в последние годы внедрён ряд уникальных программных продуктов. Информационно-аналитическая система поддержки управленческих решений для грузовых перевозок (ИАС ПУР ГП) обеспечивает специалистов и руководителей всех уровней оперативной и достоверной информацией о производимых и выполненных грузовых перевозках, состоянии и дислокации вагонного и локомотивного парков. Корпоративная Интегрированная Система Управления Финансами и Ресурсами» (ЕК ИСУФР) на базе продуктов компании SAP SE предназначена для эффективной информационной поддержки процессов планирования, моделирования и оперативного управления финансово-хозяйственной деятельностью подразделений БЖД [1].

На линейном уровне действуют АСУС, АСУЛР, САПОД. В Центре управления перевозками диспетчерское управление реализуется с использованием программных и технических средств «Неман».

Внедрение перечисленных выше систем позволило создать достаточно детальную и полную базу данных по перевозочному процессу и железной дороге в целом. Вместе с тем действующие на железнодорожном транспорте информационные технологии позволяют реализовать только отдельные элементарные функции цикла управления (сбор информации, анализ, контроль), возлагая процедуры формирования, оценки и принятия управленческих решений (УР) полностью на человека.

Наибольшие проблемы возникают при существенных отклонениях от заранее разработанных технологий (задержка пассажирского поезда, дефицит пропускной способности парка станции, недостаток порожних вагонов под погрузку и др.). Именно в те моменты, когда человеку нужна помощь в принятии управленческих решений, современные автоматизированные системы недостаточно эффективны. В таких условиях человек, как правило, при поиске рационального УР прибегает к своему опыту, основанному на частично неформализованных знаниях и эмпирическом опыте и в меньшей степени полагается на помощь информационных систем.

Причиной этому служат заложенные в «традиционных» информационных технологиях архитектурные и функциональные недостатки.

1 Многообразие семантически эквивалентных форм (языков) представления (кодирования) обрабатываемой информации (знаний) в памяти компьютерных систем, что приводит к дублированию

семантически эквивалентных информационных компонентов компьютерных систем; к семантической несовместимости компьютерных систем и существенному снижению эффективности применения методики компонентного проектирования компьютерных систем на основе библиотеки многократно используемых компонентов (особенно, если речь идет о «крупных» компонентах, в частности, о типовых подсистемах).

2 Недостаточно высока степень обучаемости современных компьютерных систем в ходе их эксплуатации, следствием чего является высокая трудоемкость их сопровождения и совершенствования, а также недостаточно длительный жизненный цикл.

3 Отсутствует возможность у экспертов реально влиять на качество разрабатываемых компьютерных систем. Опыт разработки сложных компьютерных систем показывает, что посредничество программистов между экспертами и проектируемыми компьютерными системами существенно искажает вклад экспертов. При разработке компьютерных систем следующего поколения доминировать должны не программисты, а эксперты, способные точно излагать свои знания.

4 Отсутствует семантическая (смысловая) унификация интерфейсной деятельности пользователей компьютерных систем, что вместе с многообразием форм реализации пользовательских интерфейсов приводит к серьезным расходам на усвоение пользовательских интерфейсов новых компьютерных систем и к неполному и неэффективному использованию возможностей эксплуатируемых компьютерных систем [2].

Преодолеть указанные недостатки можно только путем фундаментального переосмысления архитектуры и принципов организации сложных компьютерных систем. Основой такого переосмысления является переход от информационно-справочных и расчетных систем к *интеллектуальной (семантической) информационной технологии*, предполагающей процессы *осмысления* поведения и *эволюционирования* системы.

**Смысл** – это абстрактная знаковая конструкция, являющаяся инвариантом максимального класса семантически эквивалентных знаковых конструкций (текстов), принадлежащих самым разным языкам и удовлетворяющая следующим требованиям:

- отсутствие синонимии знаков (многократного вхождения знаков с одинаковыми денотатами);
- отсутствие дублирования информации в виде семантически эквивалентных текстов (не путать с логической эквивалентностью);
- отсутствие омонимичных знаков (в том числе местоимений);
- отсутствие у знаков внутренней структуры (атомарный характер знаков);
- отсутствие склонений, спряжений (как следствие отсутствия у знаков внутренней структуры);
- отсутствие фрагментов знаковой конструкции, не являющихся знаками (разделителей, ограничителей, и т. д.);
- выделение знаков связей, компонентами которых могут быть любые знаки, с которыми знаки связей объединяются синтаксически задаваемыми отношениями инцидентности.

Процесс осмысления предполагает унификацию информации, используемой в компьютерных системах, включающую:

- синтаксическую унификацию используемой информации – унификацию формы представления (кодирования) этой информации.
- семантическую унификацию используемой информации, в основе которой лежит согласование и точная спецификация всех (!) используемых понятий (концептов) с помощью иерархической системы формальных онтологий.

Критерием эффективности синтаксической унификации представления информации любого вида в памяти компьютерных систем естественно считать максимально возможное упрощение синтаксиса путем исключения из такого внутреннего универсального языка всех средств, обеспечивающих коммуникационную функцию языка (т. е. обмен сообщениями). Для внутреннего языка компьютерной системы коммуникационные возможности являются излишними, т. е. излишними являются имена, союзы, предлоги, разделители, ограничители, склонения, спряжения и т. д.

Указанный внутренний универсальный язык компьютерных систем фактически есть не что иное, как язык смыслового представления знаний. Очевидно, что унификация формы представления информации в памяти компьютерных систем на основе формального представления ее смысла выглядит вполне логично, т. к. только смысл информации является единственной объективной основой для унификации ее представления (кодирования). Таким образом, формализация смысла – ключ к решению многих проблем разработки современных компьютерных систем.

Перечислим принципы предлагаемой нами *семантической информационной технологии*, ориентированной на компонентную разработку гибких совместимых гибридных компьютерных систем, в том числе и интеллектуальных систем ситуационного управления на железнодорожном транспорте:

- ориентация на смысловое однозначное представление знаний в виде семантических сетей, имеющих базовую теоретико-множественную интерпретацию, что обеспечивает решение проблемы многообразия форм представления одного и того же смысла и проблемы неоднозначности семантической интерпретации информационных конструкций;
- использование ассоциативной графодинамической памяти;
- применение агентно-ориентированной модели обработки знаний;
- реализация предлагаемой технологии в виде интеллектуальной Метасистемы IMS.ostis, которая построена по этой же технологии и осуществляет поддержку проектирования компьютерных систем, разрабатываемых по указанной технологии;
- обеспечение в проектируемых системах высокого уровня гибкости, стратифицированности, рефлексивности, гибридности и, как следствие, обучаемости.

Достоинства предлагаемой семантической технологии заключаются в том, что она:

- ориентирована на разработку компьютерных систем нового поколения (*гибридных* и семантических *совместимых* компьютерных систем с высокой степенью *обучаемости*);
- имеет *открытый* характер как для ее пользователей (разработчиков прикладных интеллектуальных систем), так и для тех, кто желает участвовать в ее совершенствовании;
- ориентирована на постоянное повышение темпов ее *эволюции*;
- является основой для решения проблем семантической *совместимости* различных научных и технических знаний, так как она ориентирована на формализацию междисциплинарных связей самого различного вида.

#### Список литературы

- 1 **Ерофеев, А. А.** Информационные технологии на железнодорожном транспорте : учеб.-метод. пособие : в 2 ч. Ч. 2 / А. А. Ерофеев, Е. А. Федоров; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2015. – 256 с.
- 2 **Golenkov, V. V.** Ontology-based design of intelligent system / V. V. Golenkov // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем : материалы Междунар. науч.-техн. конференции; редкол. В. В. Голенков [и др.]. – Минск : БГУИР, 2017. – С. 37–56.

УДК 338.262

## ПОДХОДЫ К АКТУАЛИЗАЦИИ МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

*Н. Н. КАЗАКОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Инновационные процессы, реализуемые в экономике Республики Беларусь, во многом определяющие условия устойчивого развития региона, базирующиеся на принципах опережающего развития их транспортной инфраструктуры, требуют актуализации оптимизационных моделей.

Транспортная система, объекты которой имеют длительный инвестиционный цикл вследствие высокой стоимости и сложности, являясь инфраструктурной подсистемой экономики региона, должна соответствовать и обеспечивать опережающие темпы его развития. При этом транспортную систему невозможно оперативно приспособить к меняющимся условиям, среди которых самыми весомыми в настоящее время являются: 1) структура товарных потоков; 2) технологические, правовые и финансовые требования систем наднационального уровня; 3) темпы развития инноваций в других отраслях экономики региона; 4) ресурсное обеспечение инвестиционных проектов.

Среди указанных выше условий выделять наиболее важные и значимые для реализации процедур устойчивого развития не совсем корректно, так как ранжирование их по значимости нарушает системность процессов инновационного характера. Однако при обосновании вариантов техниче-