

УДК 629.4

ПШИНЬКО А. Н., д.т.н., профессор,
СКАЛОЗУБ В. В., д.т.н., профессор,
ЖУКОВИЦКИЙ И. В., д.т.н., профессор,
РАСПОПОВ А. С. д.т.н., профессор (ДНУЖТ)

Железнодорожные интеллектуальные транспортные системы и концепция международной программы подготовки магистров в области ИТС CITISET

Современные проблемы транспорта и создание интеллектуальных транспортных систем. Формирование и развитие ИТС железнодорожного транспорта

В настоящее время во многих странах мира, в том числе государствах Евросоюза, России и Украине, возрастает понимание важности решения глобальных проблем транспортных комплексов. Это, прежде всего, связано с требованиями повышения безопасности и эффективности перевозок, с ростом мобильности общества, уменьшения воздействия транспорта на окружающую среду и других. В решении этих проблем важнейшее место занимает создание, использование интеллектуальных транспортных систем (ИТС) [1 – 4]. Они аккумулируют и интегрируют передовые достижения современных исследований и разработок в областях телекоммуникаций, информационных технологий, методов интеллектуальных систем (ИС), спутниковых технологий позиционирования, географических информационных систем (ГИС).

В России разрабатывается общенациональная программа по ИТС, которая рассматривается в качестве эффективного инструмента реализации Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 г. [4]. В проекте обсуждаемого в настоящее время Федерального закона «Интеллектуальная транспортная система Российской Федерации» интеллектуальная транспортная система определена как неотъемлемая часть инфраструктуры транспортного комплекса, реализующая функции автоматизированного управления, информирования, учета и контроля для обеспечения юридических, финансовых, технологических и информационных потребностей участников транспортного процесса. ИТС также предназначена для удовлетворения требованиям транспортной, информационной и экономической безопасности общества. В рамках соз-

дания ИТС предполагается системная интеграция современных информационных и коммуникационных технологий и средств автоматизации в транспортную инфраструктуру, транспортные средства в целях повышения безопасности и эффективности транспортных процессов. Развитие железнодорожных ИТС определено директивными документами «Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 г.» и «Стратегические направления научно-технического развития ОАО «РЖД» до 2015 г. (Белая книга ОАО «РЖД»).

В целом разработка ИТС соответствует тенденциям развития информатизации общества, повышения уровня интеллектуальности систем управления. Заметим, что в настоящее время общегосударственная транспортная политика многих развитых стран базируется на разработке и продвижении интеллектуальных транспортных систем. Создание и применение ИТС служит важным стимулом для развития инновационных технологий ряда отраслей промышленности.

Применительно к железнодорожному транспорту целью разработки железнодорожных ИТС, далее ЖИТС, является следующее: неукоснительное выполнение требований по обеспечению безопасности перевозок, существенное повышение эффективности производственной деятельности в целом. ИТС рассматриваются в качестве действенного средства решения наиболее актуальных проблем транспортной отрасли. К ним относят: - неприемлемый уровень людских потерь в результате транспортных происшествий; - задержки оборота пассажиров и грузов; - недостаточно высокая производительность транспортной системы; - рост потребления энергоресурсов; - негативное влияние на окружающую среду и др.

Для создания и эффективной эксплуатации столь сложных систем, как ИТС, необходима подготовка

высококвалифицированных специалистов, магистров и докторов наук, обладающих знаниями и навыками системного анализа, проектирования, планирования и управления транспортными системами нового типа – ИТС, в том числе железнодорожного транспорта [1, 2, 5].

Интеллектуальные технологии железнодорожного транспорта. Основные задачи и компоненты ИТС

Современный железнодорожный транспорт является чрезвычайно сложной организационно-технической системой, управление которой в настоящее время практически невозможно в рамках сложившихся ранее традиционных подходов. Сложность транспортной инфраструктуры и ее объектов (железнодорожные узлы, станции, транспортные коридоры и т.д.) принципиально исключает возможность работы в полностью автоматическом режиме [4]. Эффективное управление такой системой только с привлечением классических методов решения сложных задач математического моделирования невозможно, и здесь большие надежды возлагаются на интеллектуальные системы, которые наряду с точными математическими моделями используют данные и знания, накопленные в процессе их деятельности.

В настоящее время не выработано единое представление об интеллектуальных транспортных системах. Часто они в некоторой степени отождествляются с обычными автоматизированными транспортными системами. Вместе с тем важной особенностью ИТС, позволяющей выделить такие системы в отдельный класс и направление исследований в железнодорожной науке, является формальный логико-математический инструментарий, используемый для решения задач с позиций общесистемного подхода к анализу и управлению всеми системами и процессами на железнодорожном транспорте.

Укажем некоторые примеры специализированных и интегрированных интеллектуальных технологий транспорта, предполагающих непосредственное применение ИТС. Это технологии «интеллектуального груза», который в процессе перевозки «автоматически сообщает о своих свойствах». Эта оперативная информация при взаимодействии с компонентами инфраструктуры транспортных систем используется для процедур мониторинга и управления перевозками. Далее, отметим технологии и системы управления по принципам логистики отслеживания грузов, которые представляют собой информационные и телематические технологии [9], реализующие общие требования по отслеживанию грузов, учитывая требования интероперабельности.

Автоматическое управление движущимися единицами (информирование транспортных систем о рациональных маршрутах движения, загруженности дорог и др.) является еще одним примером комплекс-

ных интеллектуальных технологий транспорта. Отметим следующие общие свойства интеллектуальных технологий, обеспечивающих процессы перевозок. Для ИТС характерно наличие элементов автоматического: - сбора данных об условиях перевозок, - моделирования процессов, - сравнения с шаблонами, нормативами, - распознавания нештатных ситуаций или возможностей их возникновения, - планирования процесса перевозок др. В конкретных системах могут быть реализованы лишь отдельные из указанных задач.

Применительно к целям и задачам создания ЖИТС укажем следующее: - организация адаптированных к логистике других видов транспорта грузопотоков, учитывая нужды грузоотправителей; - ускорение разработки систем управления мультимодальными цепочками, содержащими несколько звеньев, в частности, за счет технологий отслеживания продвижения грузов; - обеспечение менеджеров данными для эффективного технического обслуживания инфраструктуры; - выработка стратегии для разработки планов по промышленным производствам транспортных средств, связанные с производством группы и организации товарных групп; - обеспечение автоматического документального контроля транспортных расходов в ходе реализации директив и правил перевозки (перевозка опасных материалов, CSI, безопасность, таможенный контроль транзита).

Как было сказано выше, инновационные технологии ЖИТС призваны обеспечить возможность эффективного решения ряда основных комплексных задач в сфере транспорта, включая сопровождение систем. Среди них особенно важными представляются следующее: - снижение риска и уменьшение последствий природных и техногенных катастроф; - разработка технологии создания интеллектуальных систем мониторинга и управления; - создание новых транспортных систем и технологий управления; - создание энергосберегающих систем транспортировки, распределения и потребления энергоносителей в сфере железнодорожного транспорта, при взаимодействии с другими видами транспорта; - создание инновационных технологий и систем обработки, хранения, передачи и защиты информации; - создание инновационных технологий и систем производства программного обеспечения и др.

Примеры задач и технологий ИТС в области железнодорожных перевозок

К задачам ЖИТС, использующим мониторинг процессов перевозки, а также предполагающим интеллектуальную обработку данных и моделирование, можно отнести следующие.

1. Автоматизация оперативного прогнозирования времен прибытия поездов под расформирование/формирование на сортировочных станциях. В ряде

случаев планирование на основе нормативов и статистических данных оказывается не возможным, например, если процессы перевозок или же их составляющие имеют определенные свойства (в нашем случае процессы являются антиперсистентными [8]). Вместе с тем прибытие поездов под расформирование и переформирование влияет на структуру поездов, качество их дальнейшей переработки, общее время перевозки и стоимость перевозки. Для решения этой задачи можно использовать методы интеллектуальных систем: накопление шаблонов перевозки по участкам, выделение прецедентов (подобные ситуации) и обработка по шаблону (расчет прогнозных оценок показателей). Создание соответствующих технологий для управления железнодорожными перевозками в указанном аспекте – пример комплексной задачи применения ИТС на технологическом, а также экономическом уровне.

2. Управление перевозками операторов железнодорожного транспорта Украины. Задача анализа, моделирования и управления грузовыми перевозками в условиях работы нескольких компаний-операторов железнодорожного транспорта дает другой пример использования возможностей интеллектуальных технологий транспорта. Для ее реализации необходимо осуществление мониторинга, накопление и обобщение результатов отдельных перевозок по участкам, которые выполнялись различными операторами, используя данные АСК ВП УЗЕ. При этом формируются специализированные графические модели (логистико-технологические и логистико-экономические диаграммы [7]), которые наглядно и обобщенно представляют данных об исполненном движении с требуемой степенью детализации процессов. Модели-диаграммы обеспечивают возможность анализа, моделирования и планирования перевозок. С помощью диаграмм выполняется оценка ожидаемых затрат времени на перевозку, эффективности использования ресурсов, ведется оперативное прогнозирование характеристик текущих перевозок (ожидаемые оценки технологических и экономических показателей процессов железнодорожных перевозок и др.). В этом случае также возможно применение методов ИТС и методов экспертных систем для автоматического формирования и адаптации соответствующих математических и информационных ресурсов систем управления перевозками.

3. Обеспечение задач безопасности и доступности данных АСУ железнодорожными перевозками, их коллективного использования в соответствии с правами, как компонентов ИТС.

4. Унификация систем поддержки принятия решений на основе формирования «управления по отклонениям» от эталонов. В этом случае для создания подсистем ЖИТС возможно использование моделей Сетей Петри, а также их модификаций [7], которые

обеспечивают формализацию структур телематического управления. Параметры этих моделей управления процессами перевозок определяются на основе нормативов и данных АСУ перевозками.

В настоящее время общие вопросы постановок, формализации, моделирования и реализации задач формирования элементов и систем управления типа 1 – 4 окончательно не решены, а требуют своего более глубокого и систематического анализа и проработки. Они могут быть предметом магистерских и докторских диссертаций в области создания и эксплуатации ЖИТС.

Направления совершенствования ИТС железнодорожных перевозок

Кратко остановимся на применении технологий ИТС, а также инструментария телематического управления [9], для повышения эффективности железнодорожных перевозок. Здесь первостепенную роль выполняют процедуры автоматического или автоматизированного мониторинга перевозок, важной является необходимость организации и реализации в реальном масштабе времени оперативного взаимодействия подвижных объектов с инфраструктурой. В процессах функционирования ИТС требуется систематическое формирование и использование баз данных и знаний, а также применение 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, в определенной мере дают представление о свойствах ЖИТС и о требованиях к содержанию программ подготовки магистров и докторов для ЖИТС.

Важной особенностью перевозочного процесса железнодорожного транспорта (ППЖТ) является его развертывание во времени [6]. То есть информационно-управляющие системы ППЖТ относятся к классу сложных динамических систем. При этом, в силу особенностей и сложности самого управляемого объекта, для задач управления грузовыми железнодорожными перевозками в странах СНГ и Балтии характерно отсутствие достаточно полной и строгой формализации, а также разработанного математического обеспечения. Поэтому управление в этих задачах, по существу, ведется по отклонениям от нормативов. Причем нормативы во многом определяются опытным путем на основе данных о результатах функционирования управляемого объекта. Как известно, такой тип управления является типичным для телематических систем транспорта, для ИТС.

В целом инструментарий ИТС создает новые воз-

возможности для анализа, представления, понимания и управления транспортными процессами. Так определение географического положения подвижных единиц во времени, идентификация их состояний (например, выполняемых технологических операций), связывание этих данных с содержательной информацией о перевозимых грузах и перевозчиках, дает возможность более достоверного решения многочисленных задач оценки и анализа величин материальных и экономических показателей, задач планирования и управления железнодорожными перевозками.

Технологии ИТС – Автоматизированное формирование моделей анализа и управления по данным мониторинга процессов грузовых железнодорожных перевозок

Рассмотрим вопросы применения данных мониторинга процессов грузоперевозок, полученных средствами ИТС, для автоматизированного формирования экономических оценок эффективности управления вагонными парками компаний-операторов с учетом технологических и других видов рисков [7]. Для решения этих задач проводится интеллектуальная обработка первичных баз данных автоматизированных систем управления грузовыми перевозками Укрзалізничці, полученных при мониторинге процессов движения вагонов, формируются специализированные графо-аналитические модели процессов эксплуатации вагонных парков компаний операторов (ОК). Разработаны две графические модели такого анализа – логистико-экономическая (ЛЭД) и логистико-технологический диаграммы (ЛТД) [7]. Логистико-технологический анализ предназначен для оценки оптимальности эксплуатации вагонных парков, а также оценки действий диспетчеров. Предлагаемые средства позволяют выполнять анализ процессов эксплуатации вагонных парков компаний-операторов с любой детализацией по операциям, по полигонам курсирования вагонов и др. Они дают возможность установить оценки всех необходимых показателей (времена простоя вагонов на станциях, вагоно-километровая работа, время оборота вагона, позволяют рассчитывать коэффициенты порожнего пробега, техническую скорость и др.), рис. 1. Каждой ЛТД соответствует таблица, в которой хранится информация о грузовых рейсах, указаны даты и время, станции погрузки и выгрузки, код и вес груза, а также общее число рейсов каждого оператора-перевозчика, расстояние рейса и другая информация, которая используется при расчетах платы за перевозку. Информация о порожних рейсах имеет подобную форму, без кода груза. Логистико-экономический анализ раскрывает финансово-экономические свойства технологического процесса эксплуатации вагонных парков [6, 7]. ЛЭД представляют финансово-экономические свойства технологических процессов эксплуатации вагонных

парков ОК. Могут быть построены ЛЭД трех типов: для параметров вагонопотоков на полигоне, детализированные ЛЭД вагонопотоков, а также диаграммы устойчивых кольцевых маршрутов. ЛЭД представляют курсирование вагонов ОК на различных полигонах, часть из них работают на кольцевых маршрутах. ЛЭД позволяют оценить, как грузовые (толстые или тонкие сплошные стрелки), так и порожние рейсы (пунктирные линии), подачу вагонов под погрузку, а также количественные (первое число на стрелке) и временные (число в скобках, часы) процессов. На диаграммах также могут указываться коды грузов (третье число), используемые для расчетов тарифа за перевозку, а также представлены этапы циклов использования вагонов ОК. В модели для каждого элемента ЛЭД рассчитывается денежная оценка [7].

Европейско-российско-украинская магистерская программа и программа обучения докторантов в области ИТС, проект CITISET

В настоящее время в рамках программ TEMPUS выполняется проект CITISET, целью которого является создание магистерских и кандидатских программ по ИТС для подготовки высококвалифицированных специалистов в области информационных и коммуникационных технологий, способных обеспечить безопасность и эффективность транспортных потоков, управление и контроль функционирования современных транспортных систем. В рамках проекта разрабатывается и программа ЖИТС. Среди основных задач программы отмечаются – изучение опыта подготовки специалистов ИТС на уровне магистров и докторов (PhD), разработка соответствующих учебных программ, повышение квалификации преподавателей российских и украинских ВУЗов, обновление лабораторной базы для технологий ИТС, внедрение Европейской системы обеспечения качества, пилотное обучение студентов, контроль качества подготовки специалистов по ИТС.

Российскими участниками программы являются: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения (лидер проекта), ОАО "Российский институт радионавигации и времени", Московский государственный университет путей сообщения, Самарский и Мурманский государственные технические университеты. Украину в проекте представляют Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского (Харьков), Одесский национальный морской университет, Житомирский государственный технический университет. ВУЗы стран Евросоюза представляют Силезский технический университет (Польша), Университет Саутгемптона (Великобритания), Институт транспорта и связи (Рига, Латвия), Университет Линчопинга (Швеция).

Очевидно, что ИТС могут использоваться для различных видов транспорта. Они также могут и должны участвовать в мультимодальных и интермодальных перевозках. Тем не менее, каждый вид транспорта имеет и свои особенности ИТС. Поэтому проект составляют 4 равные группы, представляющие морской, авиационный, автомобильный и железнодорожный транспорт.

Программы для ЖИТС разрабатывают Силезский технический университет (Польша), Московский государственный университет путей сообщения, Днепетровский национальный университет железнодорожного транспорта. Концепция этой программы базируется на содержании [1 – 4], адаптируя и развивая их применительно к специфике систем железнодорожного транспорта, в первую очередь России и Украины, а также имеющихся тенденций взаимодействия с другими странами и видами транспорта. В программу ЖИТС предполагается ввести, дополняя [2, 3], комплекс вопросов и задач по структуре построения и новым задачам ЖИТС, в первую

очередь в соответствии с [4]. Эта программа должна также включать логистические, технологические, экономические и правовые аспекты ЖИТС, проблемы обеспечения безопасности перевозок, аспекты мультимодальности и интероперабельности, особенно важные для ИТС железнодорожного транспорта. Учитывая всевозрастающую роль АСУ железнодорожного транспорта, высокую степень их развития в России и Украине, в программе ЖИТС предполагается уделить большое внимание защите данных, использованию методов интеллектуальных систем по анализу потоков данных, организации управления по шаблонам и отклонениям и др.

Отличительной чертой будущего магистра и доктора в области ЖИТС должна стать готовность и умение творчески мыслить, используя передовые знания в областях организации, проектирования и управления железнодорожными транспортными системами, в том числе средствами ИС, осуществлять взаимодействие с морским, автомобильным и воздушным транспортом.

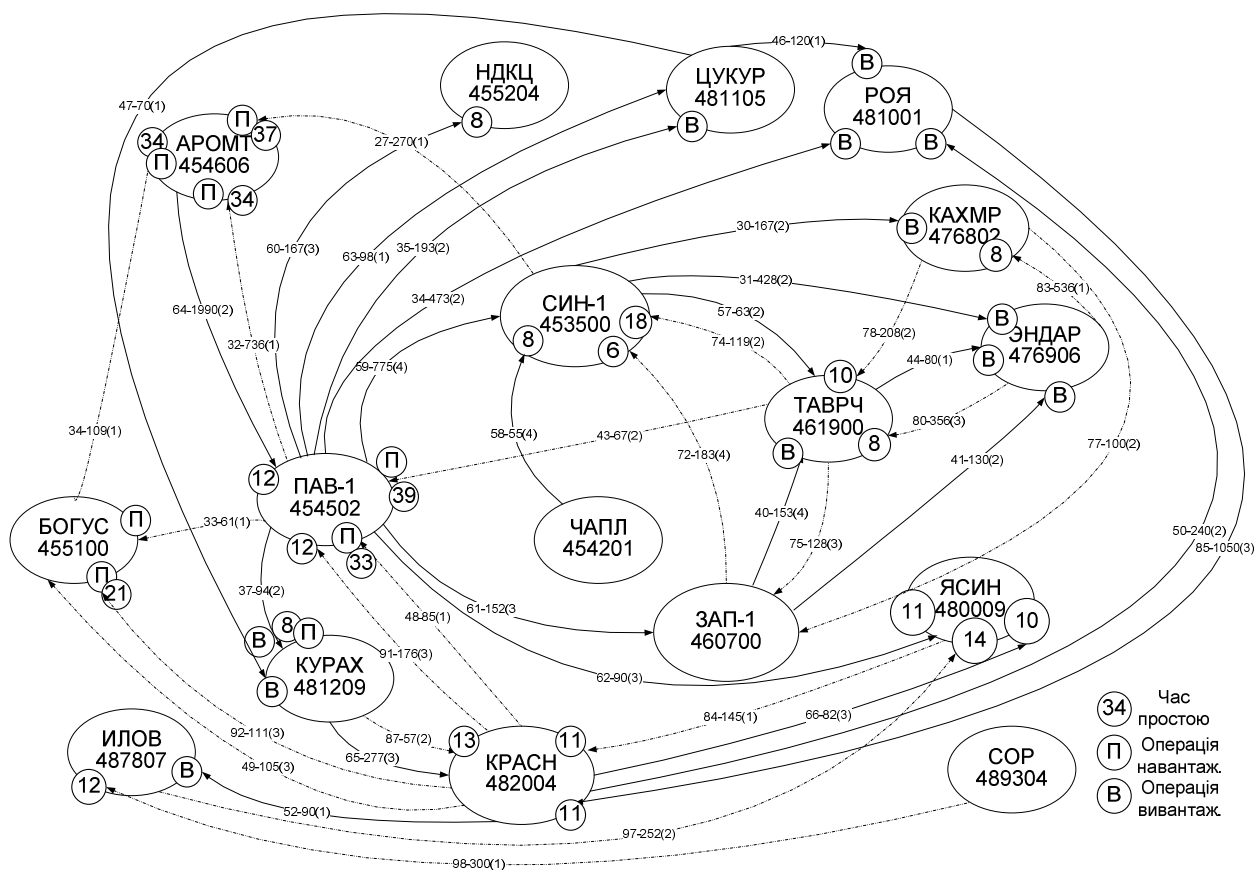


Рисунок 1 – Логистико-технологическая диаграмма эксплуатации вагонов операторской компании

Литература

1. *Intelligent Transport Systems (ITS): an area to be strengthened in the Transport sector.* http://www.unece.org/trans/theme_its.html.
2. Wydział Transportu. Plany studiów. <http://www.polsl.pl/Wydzialy/RT/Strony/plany.aspx>
3. *Master's programme in Intelligent Transport Systems.* <http://kts.itn.liu.se/its?l=en>.
4. Концепция Федерального Закона РФ «Интеллектуальная транспортная система Российской Федерации». <http://www.tpsa.ru/files/Koncepcia%20Intellektualnie%20transportnie%20systemi.pdf>.
5. Сладковски А., Соловьев В.П., Скалозуб В.В. Концепция международной магистерской программы в области железнодорожных интеллектуальных транспортных систем / Труды Международной конференции по интеллектуальным транспортным системам. Россия, Санкт-Петербург. – 2012. С 45 – 50.
6. Тишкин Е.М. Информационно-управляющие технологии эксплуатации вагонного парка // Труды ВНИИАС, 2004. – Вып. 4. – 184 с.
7. Скалозуб В.В. Экономико-математическое обоснование потребности в вагонных парках операторов железнодорожного транспорта / В.В. Скалозуб, М.С. Чередниченко // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Дніпропетровськ: Видавництво Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2010. – Вип. 31. – С. 240-248.
8. *Peters E. (1996) Chaos and Order in the Capital Markets. A New View of Cycles, Price and Market Volatility.* New York: John Wiley& Sons, Inc.
9. *Modern Transport Telematics / Ed. Jerzy Mikulski //11th International Conference on Transport Systems Telematics, TST 2011. Katowice-Ustron, Poland, October 19-22, 2011. – 418 p.*

Резюме

В статье представлены проблемы создания железнодорожных интеллектуальных транспортных систем, а также проект CITISET по разработке магистерской и программы докторантов в области ИТС

У статті представлені проблеми створення залізничних інтелектуальних транспортних систем, а також проект CITISET по розробці магістерської і програми докторантів в області ІТС

The paper presents the problem of creating a railway intelligent transportation systems, and project development CITISET master and doctoral degree programs in the field of ITS

Ключові слова: железные дороги, интеллектуальные транспортные системы, подготовка специалистов

Рецензент д.т.н., профессор Бутько Т.В.(УкрГАЗТ)

Поступила 10.07.2012 г.