

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, профессора

Лобашова Алексея Олеговича

на диссертационную работу Ерофеева А.А.

«Теория построения интеллектуальной системы управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте»,

представленную на соискание ученой степени доктора технических наук

по специальности 05.22.08 «Управление процессами перевозок»

в специализированный совет по защите диссертаций Д 08.01.01

1 Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которым она представлена к защите

По итогам анализа материалов диссертации Ерофеева можно сделать вывод, что она в полной мере соответствует специальности 05.22.08 – Управление процессами перевозок, отрасли науки – Технические, а также области исследования – Теория и методы автоматизации и интеллектуального управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте.

2 Актуальность темы диссертации

В транспортной системе Республике Беларусь железнодорожный транспорт играет важнейшую роль. На его долю приходится 35-40 % общего грузооборота. Однако в последние годы наметилась общемировая тенденция, когда в относительно короткие периоды времени меняются маршруты следования и объемы перевозок грузов. При этом доля ценных грузов, требующих ускоренной доставки, постоянно возрастает. Для таких условий требуются адаптивные технологии управления перевозочным процессом, в том числе реализуемых за счет внедрения интеллектуальных систем управления.

В Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года определено, что цифровизация транспорта и развитие интеллектуальной транспортной системы являются актуальным направлением развития железнодорожного транспорта. Однако на данный момент времени имеется положительный опыт интеллектуализации только отдельных технологических решений, а теория построения единой интеллектуальной системы управления перевозочным процессом отсутствует.

Предлагаемая в диссертационном исследовании теория позволит разрабатывать и развивать систему интеллектуального управления перевозочным процессом (ИСУПП) и за счет этого повысить адаптивность технологий перевозочного процесса к изменяющейся эксплуатационной обстановке, решать новые эксплуатационные задачи и снизить издержки на организацию перевозок.

Тема диссертационного исследования связана с Государственной программой развития транспортного комплекса Республики Беларусь на 2016 –

2020 годы, утвержденной постановлением Совета Министров РБ от 28.04.2016 г. №345, Государственной программой «Транспортный комплекс» на 2021 – 2025 годы, утвержденной постановлением Совета Министров РБ от 23.03.2021 г. №165, Стратегией инновационного развития транспортного комплекса Республики Беларусь до 2030 года, утвержденной приказом Министерства транспорта и коммуникаций РБ от 25.02.2015 г. №57-Ц.

Таким образом, тематика диссертационного исследования не вызывает сомнения.

3 Степень новизны результатов, полученных в диссертации, и научных положений, выносимых на защиту

Основное внимание в диссертации автор сосредоточил на разработке теории построения интеллектуальной системы управления перевозочным процессом, которая формализована им на основе тщательного анализа литературных источников и обработки значительного объема статистических данных. В представленной работе четко обозначен круг не в полной мере ранее исследованных вопросов, касающихся совершенствования системы управления перевозочным процессом. Проведенные автором исследования обладают высокой степенью новизны.

Новизна полученных А.А. Ерофеевым результатов в ходе диссертационных исследований определяется:

- разработанной теорией построения ИСУПП, включая принципы формирования априорных и апостериорных моделей описания технологических процессов, принципы координации функционирования элементов в ИСУПП и построения гибридных решателей эксплуатационных задач;

- предложенной процессно-объектной онтологией перевозочного процесса, которая включает классификаторы, принципы описания объектов и процессов в ИСУПП, структуру и закономерности взаимодействия между ними, процедуры актуализации параметров и свойств, что позволяет обеспечить онтологическое единообразие всех входящих в ИСУПП подсистем;

- априорной моделью решения новой эксплуатационной задачи «Формирование и актуализации многослойного адаптивного графика», что дополняет существующую теорию разработки графика движения поездов (ГДП) процедурами определения количества слоев многослойного адаптивного графика (МАГ) и распределения поездных заявок между слоями, а также актуализации ГДП в зависимости от эксплуатационной обстановки на полигоне. Полученные результаты позволяют в автоматическом режиме разрабатывать ГДП для разных эксплуатационных ситуаций.

- разработкой новой методологии интеллектуального планирование поездной работы, включающая методы, модели и технологии планирования. Автором предложено в дополнении к разработке годового плана формирования поездов (ПФП) выполнять его актуализацию в зависимости от складывающейся эксплуатационной обстановки, повысить уровень планирования поездообразования со

станционного до дорожного, а также устанавливать в планах не только количественные, но и временные параметры процессов;

- новым методом планирования поездной и грузовой работы, который за счет использования априорных моделей планирования, алгоритмов машинного обучения, впервые позволяет сформировать единый пономерной пооперационный план грузовой работы для всего полигона железной дороги на период не менее одних суток с обеспечением высокой точности планирования;

- разработанными моделью и семейством алгоритмов интеллектуальной диспетчерской корректировки ГДП, которые за счет использования деревьев классификации эксплуатационных обстановок и решения задач ситуационного моделирования позволяют в режиме реального времени компенсировать отклонения поездов от графика при обеспечении своевременного отправления и прибытия поездов ядра ГДП по начально-конечным станциям участка;

- методологией решения новой эксплуатационной задачи «Увязка составообразования с графиком движения поездов» (УСОГ ДП) которая позволила разрабатывать совместные планы поездной и станционной работы для полигонов, включающих до 100 поездо-участков и до 30 технических станций;

- разработанной концепцией создания ИСУПП, реализация которой позволяет формировать с учетом накопленного массива опыта комплексные управляющие решения (УР), управлять производственными процессами в реальном времени, планировать работу, моделировать и прогнозировать развитие эксплуатационной обстановки комплексно на всем полигоне управления.

4 Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В качестве методов исследования в диссертационной работе используются статистические методы обработки данных, регрессионный анализ, продукционные модели, ситуационное моделирование, теория искусственных нейронных сетей, теория систем, алгоритм кластеризации CLOPE, ситуационно-эвристический метод планирования, математическое моделирование, графическое моделирование.

Проведенные в диссертационной работе результаты исследований и полученные на их основе выводы и рекомендации базируются на общепринятой научной методологии, использовании апробированных компьютерных программ, проверке гипотез с применением оценочных статистических критериев.

Таким образом, обоснованность и достоверность сформулированных в диссертации выводов и рекомендаций не вызывает сомнений.

5 Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию

Научная значимость полученных автором результатов диссертационных исследований определяется формированием теории построения ИСУПП, ис-

пользование которой при разработке, внедрении и эксплуатации позволит повысить адаптивность технологий перевозочного процесса к изменяющейся эксплуатационной обстановке, решать новые эксплуатационные задачи, обеспечить координацию и преемственность УР в СУПП, повысить управляемость системы, что в совокупности позволит обеспечить эффективное функционирование всех участников единой технологии перевозочного процесса в условиях изменения объемов и структуры транспортных потоков.

Практическая значимость результатов диссертации, включая социальный и экономический аспекты, определяется следующим.

1. Разработаны априорная модель, метод и методика решения новой эксплуатационной задачи «Формирование и актуализации МАГ», которые позволяют в автоматическом режиме разрабатывать адаптивные ГДП, а также повысить участковую скорость движения поездов ядра не менее, чем на 8%.

2. Новая методология интеллектуального планирования поездной работы обеспечивает формирования гармонизированного плана поездной работы для полигона железной дороги, включающего до 30 технических станций. Установлено, что интеллектуальное комплексное планирование поездообразования позволит сократить вагоно-часы простоя на отдельных технических станциях на 6-9 %; снизить пробег поездных локомотивов на 5-8%; снизить затраты на маневровую работы на формирование поездов на 8-11%; снизить задержки поездов в ожидании отправления на 20-25% и увеличить провозную способность отдельных участков на 15-20 % .

3. Новый метод планирования поездной и грузовой работы впервые обеспечил пономерное пооперационное планирование грузовой работы на дорожном уровне с высокой точностью (до 91-94 % по сравнению с 65-75 % при традиционных технологиях). Построена априорная модель планирования, регламентированы информационные и функциональные взаимосвязи между различными бизнес-процессами, что в совокупности обеспечило снижение доли внеплановой погрузки на 20-30 %, повысило коэффициент сдвоенных операций на 8-12 %, сократило простой местного вагона под 1 грузовой операцией на отдельных станциях на 6-9%.

4. Разработаны апостериорные модели и семейство алгоритмов интеллектуальной диспетчерской корректировки ГДП, которые позволяют компенсировать отклонения в ГДП на однопутных участках до 11% от времени хода поезда по участку, а на двухпутных – до 7%..

5. Разработана методология решения новой эксплуатационной задачи - УСОГДП, которая позволила разрабатывать совместные планы поездной и станционной работы для полигонов, включающих до 100 поездо-участков и до 30 технических станций. Ее реализация дала возможность укрупнить полигоны управления движением поездов в 1,3-1,5 раза; сократить время нахождения поездов и локомотивов на технических станциях за счет сокращения в пределах от 15 до 20 % времени ожидания выполнения технологических операций; со-

кратив непроизводственные потери локомотивных бригад до 20 % .

6. Установлено, что по анализируемым функциям уровень централизации системы при интеллектуальном управлении увеличивается с 0,47 до 0,75; структурная избыточность снижается с 5,26 до 3,50; неравномерность распределения связей снижается с 7,19 до 4,17.

7. В результате математического моделирования установлено, что при решении задач оперативного управления в СУПП переход от информационных к интеллектуальным системам позволяет снизить потенциальные потери железной дороги на 30-55 % за счет наличия предварительно сформированных текущих планов и возможности использования в период сбоев прогнозной информации, а при решении задач оперативного планирования - в 4,5-7,5 раз (при периодах сбоев до 24 часов) за счет увеличения глубины планирования.

8. На основе расчета денежных потоков установлены экономические показатели внедрения ИСУПП: чистый дисконтированный доход по истечении 10 лет – около 20 млн. рублей; дисконтированный срок окупаемости – 3,1 года с момента начала инвестиций; валовая прибыль – около 5 млн. рублей в год.

9. Результаты диссертационного исследования имеют практическую направленность и нашли применение в СУПП Белорусской железной дороги. Автор является непосредственным разработчиком стратегических и нормативных документов, а также проектной документации на создание автоматизированных и интеллектуальных систем на Белорусской железной дороге, в том числе: интеллектуальной системы планирования поездной работы; системы формирования прогнозного графика движения поездов с реализацией функции автодиспетчера и автоведения; системы автоматического управления технической станцией. Результаты исследований также внедрены в учебный процесс транспортных вузов Беларуси и России.

6 Опубликованность результатов диссертации в научной печати

По результатам исследований опубликованы 98 научных работ, из них 1 монография, 32 статьи в научных изданиях, рекомендованных ВАК для публикации диссертационных исследований, 65 публикаций в материалах научных конференций, зарубежных сборниках научных работ и научных сборниках Республики Беларусь.

Материалы диссертации прошли широкую апробацию на научных мероприятиях республиканского и международного уровней.

7 Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК

Диссертация оформлена в соответствии с требованиями, установленными ВАК. Материал диссертации хорошо структурирован и логично скомпонован.

Имеющиеся в диссертации таблицы и рисунки обладают хорошей наглядностью и информативностью.

В автореферате полностью отражены основные положения диссертации. Содержание автореферата и основные положения диссертационной работы идентичны.

8 Замечания по диссертации

1. На страницах 48-49 представлены основные принципы, на которых должно основываться создание ИСУПП. Однако в дальнейшем по тексту диссертации не всем из них в равной степени уделено внимание. Например, принцип «осведомленность» в диссертации практически не рассматривается, хотя осведомленность оказывает существенное влияние на эффективность функционирования любой интеллектуально-управляющей системы.

2. В предлагаемой автором теории не рассмотрены вопросы взаимодействия с внешними, по отношению к ИСУПП, системами, а определено только иерархическое место ИСУПП в системе цифровизации транспорта.

3. На стр. 101 диссертации указано, что перед разработкой многослойного адаптивного графика движения поездов необходимо определять рациональный уровень заполнения участков инфраструктуры поездами. Однако в диссертационной работе нет информации о том, каким образом этот уровень можно определить.

4. В таблице 6.1 (стр.228) диссертации приведены результаты расчетов оценочных характеристик системных свойств подсистемы ИСУПП. Но при этом в диссертационной работе не обоснованы рациональные (или оптимальные) значения рассматриваемых показателей.

5. Имеется ряд замечаний по оформлению диссертационной работы:

- на рисунке 3.24 (стр. 134) не обозначены координатные оси; на этом же рисунке представлены 4 зависимости, но при этом не указано - каким условиям каждая из них соответствует;

- в формуле 3.48 (стр. 133) нет необходимых пояснений переменных, входящих в формулу;

- нарушена нумерация таблиц в главе 6, в данной главе две таблицы 6.1 (на стр.228 и на стр.231); в названии таблицы 6.1 (на стр.228) пропущено слово «свойств» - поэтому смысл названия таблицы непонятен;

- на рисунке 3.34, а также в приложении Л используется ряд сокращений расшифровка, которых в перечне условных обозначений и сокращений отсутствует, например. ЦУПЗ, ДГПС и др.

9 Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

На основе анализа содержания работы в целом, используемых методов исследования и полученных результатов можно утверждать, что научная квали-

фикация соискателя полностью соответствует ученой степени доктора технических наук. Результатами своей диссертационной работы автор продемонстрировал умение ставить новые научные задачи, находить методы их решения и доводить свои исследования до практической реализации.

Диссертация Ерофеева Александра Александровича является законченной научной работой и соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям. Соискатель Ерофеев Александр Александрович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук за формирование и научное обоснование новой теории построения интеллектуальной системы управления перевозочным процессом, включая правила формирования онтологии, принципы разработки априорных и апостериорных моделей описания технологических процессов, правила построения гибридных решателей эксплуатационных задач. Разработанные автором априорные и апостериорные модели, методы и технологии решения существующих и новых эксплуатационных задач, в том числе разработки адаптивного графика движения поездов, детализированного пооперационного сменно-суточного планирования поездной и грузовой работы, планирования поездообразования, диспетчерского управления, способствуют существенному развитию научного направления «Теория и методы автоматизации и интеллектуального управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте».

Доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Транспортные
системы и технологии»
Белорусского национального
технического университета

А.О. Лобашов

Отзыв поступил в совет
29.12.2023



С отзывом ознакомил 19

25.12.23

Гроховец АА