

Отзыв официального оппонента
доктора технических наук, профессора
Осьминина Александра Трофимовича
на диссертацию Ерофеева Александра Александровича
*«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»

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

В результате изучения диссертации Ерофеева А.А. определено, что она полностью соответствует специальности 05.22.08 – Управление процессами перевозок, отрасли науки – технические, области исследования – теория и методы автоматизации и интеллектуального управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте.

2 Актуальность темы диссертации

В настоящее время в системе управления перевозочным процессом значительное количество задач решается инженерным и диспетчерским аппаратом в неавтоматизированном режиме. При этом действующие на железнодорожном транспорте АСУ и информационно-коммуникационные технологии применяются в основном для сбора и предварительной обработки информации, а оценку вариантов, выбор и принятие решений выполняет человек. В таких условиях не всегда удается находить оптимальные варианты решений, принятые решения могут быть не согласованы между собой, что приводит к увеличению издержек в перевозочной системе.

Одним из путей повышения эффективности системы управления перевозочным процессом является внедрение интеллектуальных транспортных систем. Создание интеллектуальной системы управления перевозочным процессом (ИСУПП) является актуальной научной задачей, поставленной в стратегических документах развития транспортных комплексов Беларуси, России и других стран мира.

За последние годы в мире был накоплен значительный опыт разработки интеллектуальных систем управления отдельными технологическими процессами. Однако в процессе их эксплуатации зачастую возникают проблемы, связанные с невозможностью развития систем в части решения новых задач, возникают сложности в стыковке систем между собой, в отдельных случаях не удается получать приемлемые по качеству результаты.

Одной из важнейших причин вышеописанных затруднений является отсутствие сформулированной теории построения интеллектуальных систем на железнодорожном транспорте и гармонизированных подходов к описанию различных компонентов в рамках единой технологии перевозочного процесса.

Разработанная Ерофеевым А.А. теория позволяет скоординировано проектировать и развивать интеллектуальную систему управления перевозочным процессом (ИСУПП) используя при этом общие подходы к описанию транспортных технологий, принципы взаимодействия между элементами системы, математический аппарат теории искусственного интеллекта и за счет этого повысить адаптивность технологий перевозочного процесса к изменяющейся эксплуатационной обстановке, решать новые эксплуатационные задачи и снизить издержки на организацию перевозок.

В дальнейшем изложенные в диссертации положения могут стать научной основой для формирования стандартов построения интеллектуальных систем управления на железнодорожном транспорте

Таким образом, тематика диссертационного исследования не вызывает сомнения.

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

На основе глубокого анализа литературных источников, изучения опыта внедрения и эксплуатации информационно-управляющих систем на транспорте и обширных объемов статистических данных Ерофеевым А.А. сформулирована теория построения интеллектуальной системы управления перевозочным процессом. В диссертации автором определен перечень требующих решения научных задач и формализованы подходы их решения.

Проведенные автором исследования обладают высокой степенью новизны и определяются:

– разработанной методологией построения ИСУПП, включая правила формирования объектно-процессной онтологии перевозочного процесса, принципы формирования моделей описания технологических процессов, принципы координации функционирования элементов и построения гибридных решателей эксплуатационных задач (ГБРЭЗ), что в совокупности позволяет решать новые технологические задачи, формировать комплексные управляющие решения и адаптивно реагировать на изменения эксплуатационной обстановки;

– предложенной онтологией перевозочного процесса, которая в отличие от существующих подходов, позволяет описывать как объекты железнодорожного транспорта, так и реализуемые технологические процессы и позволяет рассматривать перевозочный процесс как единую предметную область, обеспечить онтологическое единообразие всех входящих в ИСУПП

подсистем и их скоординированную работу в процессе функционирования;

– разработанными моделью и методом решения новой эксплуатационной задачи «Формирование и актуализация многослойного адаптивного графика движения поездов», что дополняет существующую теорию разработки ГДП процедурами определения групп расписаний поездов и распределения поездных заявок между ними. Предложенные решения позволяют в автоматическом режиме разрабатывать и актуализировать ГДП в зависимости от складывающейся поездной обстановки;

– новыми подходами планирования поездной работы, которые в дополнение к разработке плана формирования поездов (ПФП), предполагают его актуализации в зависимости от складывающейся эксплуатационной обстановки и текущее детализированное планирование поездообразования в рамках одной интеллектуальной подсистемы, что в совокупности обеспечивает возможность формирования гармонизированного плана поездной работы для полигона железной дороги, включающего не менее 30 технических станций;

– новым методом планирования поездной и грузовой работы, который предусматривает использование априорных моделей планирования, алгоритмов машинного обучения, сценарного описания бизнес-процессов планирования, что позволяет в отличие от существующих методов, рассчитывать не только количественные значения, но и формировать повагонный пооперационный план местной работы для полигона из не менее 200 станций;

– новыми моделями и семейством алгоритмов интеллектуальной диспетчерской корректировки ГДП которые за счет использования деревьев классификации эксплуатационных обстановок и решения задач ситуационного моделирования позволяют, в отличие от существующих подходов, не перестраивать, а корректировать ГДП путем оперирования резервами в перегонных временах хода и в станционных интервалах и обеспечивать своевременное отправление и прибытие поездов ядра по начально-конечным станциям участка;

– методологией решения новой эксплуатационной задачи «Увязка составообразования с графиком движения поездов» которая позволила исключить технологические разрывы при информационном обмене между центром управления перевозками и техническими станциями и разрабатывать вместо разрозненных локальных планов совместные планы поездной и станционной работы для железнодорожных полигонов.

– концепцией формирования единой технологии перевозочного процесса в ИСУПП, реализация которой предусматривает использование информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий в системе управления эксплуатационной работой и обеспечивает улучшение системных свойств структуры управления перевозочным процессом.

4 Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Сформулированные в диссертации результаты исследований базируются на детальном анализе научной и технической литературы, общепринятой методологии выполнения научных исследований и использовании общедоступных и специализированных прикладных программ.

В качестве методов исследования автором применяются 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.

Результаты диссертации прошли широкую апробацию на республиканских и международных научных и практических конференциях, что свидетельствует об их достоверности.

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 результатов диссертации заключается в сформулированной автором системной и логичной теории построения ИСУПП, использование которой позволяет не только минимизировать издержки на сопряжение подсистем между собой, но и решать новые сложные технологические задачи, решение которых невозможно в автоматизированных системах и требует интеллектуального взаимодействия разнофункциональных систем, а также использования на каждом из этапов решения различного математического аппарата. Отдельной научной новизной является формулирование принципов эффективного использования плановых и диспетчерских методов управления, а также логических условий перехода между ними, что обеспечивает возможность реагирования системы на оперативные изменения эксплуатационной обстановки. Полученные научные результаты могут быть использованы и в других системах управления сложными техническими объектами

Практическая значимость результатов диссертации определяется следующими факторами:

– разработаны технологические документы, регламентирующие реализацию отдельных процессов управления перевозками на железнодорожном транспорте в условиях внедрения автоматизированных и интеллектуальных систем управления, в том числе: СТП БЧ 15.114-2018 «Порядок

разработки графика движения поездов на Белорусской железной дороге»; СТП 09150.05.090-2008 «Типовой технологический процесс развоза вагонов с местным грузом на отделении Белорусской железной дороги», СТП БЧ 15.315-2015 «Порядок расчета станционных и межпоездных интервалов на Белорусской железной дороге»; СТП БЧ 15.073-2017 «Порядок оперативного планирования поездной и грузовой работы Белорусской железной дороги, составления и контроля за выполнением суточных и сменных планов деятельности отделения дороги и станций»;

– разработана проектная документация на создания отдельных элементов ИСУПП, 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 использованы при разработке «Имитационной ресурсной модели использования инфраструктуры ОАО РЖД» (АС ПРОГРЕСС); «Программного обеспечения технологии организации вагонопотоков» (АСОВ).

Экономическая и социальная значимость подтверждена как расчетами, так и результатами эксплуатации уже разработанного программного обеспечения. Определены экономические показатели внедрения ИСУПП: чистый дисконтированный доход по истечении 10 лет – около 20 млн. бел. рублей; дисконтированный срок окупаемости – 3,1 года с момента начала инвестиций; валовая прибыль – около 5 млн. бел. рублей в год

Результаты исследований также внедрены в учебный процесс транспортных вузов Беларуси и России.

6 Опубликованность результатов диссертации в научной печати

Результаты исследований опубликованы как в белорусских, так и в зарубежных научных изданиях. Всего по теме диссертации автором опубликовано 98 научных работ, в том числе 47 работ без соавторов. Из них 1 монография; 32 статьи в научных изданиях, рекомендованных ВАК для публикации диссертационных исследований, а также в зарубежных изданиях; 65 публикаций в материалах научных конференций, зарубежных сборниках научных работ и научных сборниках Республики Беларусь.

По объему публикация работа полностью соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям.

7 Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК

Оформление диссертации полностью соответствует требованиям ВАК. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, шести глав, заключения, библиографического списка и приложений. Все разделы диссертации структурированы и логично скомпонованы.

Автореферат содержит все обязательные разделы и полностью соответствует материалам диссертации.

8 Замечания по диссертации

1. На стр. 31 диссертации указано, что проблематика формирования ИСУПП должна базироваться на создании единой технологии перевозочного процесса. Однако из дальнейших материалов диссертации не ясно, какие изменения автор предлагает внести в ЕТПП.

2. В пункте 2.3 диссертации предлагается рассматривать ИСУПП как многоуровневую иерархическую систему. При этом автор не приводит достаточных обоснований, почему не рассматривается ИСУПП как много-агентная система с автономными децентрализованными агентами.

3. Таблица 2.3 диссертации названа некорректно. В названии указано, что это «группы задач интеллектуального управления перевозочным процессом», однако фактически в ней описаны условия перехода ИСУПП от нормативного к ситуационному поведению. При этом очевидно, что данная таблица может быть в последующем расширена и дополнена, о чем автор не пишет.

4. В пп. 3.2.7 диссертации автор предлагает производить оценку разработанного графика движения поездов исходя из критерия «энергоэффективность». Однако для оценки лучше применять комплексные критерии, в которых энергоэффективность может рассматриваться как одна из составляющих.

5. В пп. 4.3.3 описана методика и программная реализация определения продолжительности выполнения технологических операций. Однако, в отличие от п 3.4.4 автором не рассчитано, при какой величине обучающей выборки будут получены максимально точные результаты.

6. В работе имеются ссылки на литературные источники без указания страниц, на которых находится цитируемый текст.

7. По тексту диссертации имеются неточности в оформлении формул и рисунков.

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

В результате изучения диссертации, опубликованных работ автора и полученных научных результатов можно утверждать, что научная квалификация соискателя полностью соответствует ученой степени доктора технических наук. Результатами своей диссертации Ерофеев автор внес существенный вклад в развитие научного направления теория и методы автоматизации и интеллектуального управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте.

Диссертация Ерофеева А.А. является законченной научной работой и соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям. Диссертант Ерофеев Александр Александрович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук за:

– разработку теории построения интеллектуальной системы управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте, которая включает формирование онтологии перевозочного процесса, требования к моделям описания технологических процессов, принципы построения и использования гибридных решателей эксплуатационных задач, что, в отличие от существующих теорий, позволяет решать не только заранее сформулированные задачи, но и новые, которые могут появиться в период функционирования и обучения системы;

– принципы и модели совместного использования плановых и диспетчерских методов управления, а также правила перехода между ними, что позволяет создавать интеллектуальные системы, которые способны формировать адаптивные управляющие решения в условиях изменения эксплуатационной обстановки;

– новые постановки и разработку методов и моделей решения технологических задач в системе управления перевозочным процессом, применение которых, в отличие от существующих подходов, позволяет не только определять количественные показатели, но и формировать детализированные пооперационные планы работы объектов управления для более продолжительных периодов планирования и больших полигонов управления.

Заместитель председателя
Объединенного ученого совета
ОАО «Российские железные дороги»
по вопросам научного развития
и взаимодействия
АО «Всероссийский научно-исследовательский
институт железнодорожного транспорта»,
доктор технических наук, профессор

А.Т. Осьминин



Подпись *Осьминин А.Т.* заверяю

Верно:
Главный специалист по кадрам
АО «ВНИИЖТ» Хлопикова Л.Н.



*Одн. поступил в совет
27.12.2023
Одн. Кемин Н.А.*

*С.С. Рыков и Осьминин
27.12.23*

Ерофеев А.