

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента, кандидата технических наук, доцента  
Шевцовой Анастасии Геннадьевны  
на диссертационную работу Андреева Андрея Юрьевича на тему  
«Методика определения оптимальных маршрутов в динамически  
изменяющихся условиях оперативного планирования автомобильных  
грузовых перевозок», представленную на соискание учёной степени  
кандидата технических наук по специальности 05.22.10 – Эксплуатация  
автомобильного транспорта

### **1. Актуальность темы исследования**

Ключевым элементом в организации транспортного процесса грузовых автомобильных перевозок (ГАП) является маршрутизация движения подвижного состава. Давно доказано, что существует зависимость между показателями эффективности при организации маршрутов в транспортной сети и производительность работы подвижного состава. В современных условиях процессы маршрутизации усложняются в силу ряда характерных особенностей: высокая динамика условий среды эксплуатации автомобилей, высокой степенью неопределенности в прогнозировании результативных показателей при осуществлении перевозок, наличие большего числа критериев целеполагания и числа возможных вариантов при построении маршрутной сети. Поэтому необходим развивать методы и алгоритмы адаптивной маршрутизации, которые вариативно определяют маршруты применительно к текущей ситуации сети. Реализация адаптивного управления подразумевает необходимости перехода от жесткой системы управления перевозками к более «гибким» алгоритмам. Но реализовать данный подход можно только с применением методов анализа коммуникационных сетей и разработки специального программного обеспечения (ПО), позволяющего оперативно анализировать и учитывать текущую информационную ситуацию (ИС). Внедрение моделей адаптивной маршрутизации позволит, учитывая динамичность процессов транспортных сетей сконфигурирует оптимальные маршруты и максимальное число их эксплантатов, что требует развитие методов моделирования в целях создания новых инструментов маршрутизации грузовых автомобильных перевозок (ГАП) – программного обеспечения с применением алгоритмов искусственного интеллекта, аналитических нейронных сетей и т.д.

Учитывая сказанное, диссертационную работа Андреева Андрея Юрьевича на тему «Методика определения оптимальных маршрутов в динамически изменяющихся условиях оперативного планирования автомобильных грузовых перевозок» посвященная решению задач в сложных транспортных системах, позволяющих оперировать в среде больших баз данных для оперативной переконфигурации системы управления направлена

на решение актуальной научно-практической проблемы и является своевременным и востребованным исследованием.

## **2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Научные положения диссертационной работы сформулированы в соответствии с поставленными задачами исследования и определяются новым концептуальным подходом к решению задач маршрутизации при оперативно-производственного планирования перевозок грузов в динамически изменяющихся условиях эксплуатации подвижного состава в сложных транспортных системах.

Разработанная автором концепция предполагает возможность оперативно-производственного планирования грузовых автомобильных перевозок (ГАП) происходящих в условиях, когда результативные показатели ГАП могут изменяться в процессе совершения одной ездки автомобиля, а эффективности маршрутизации заключается в возможности изменения схемы маршрута в «он-лайн» режиме с применением управляющих алгоритмов, преобразованных в цифровые форматы. Реализация данной концепции отражена в основных научных положениях, выводах и рекомендациях, обосновывающих необходимость применения специальных аналитических моделей (маршрутизаторов), алгоритмы и ПО и на их основе (протокол маршрутизации) для определения оптимальных маршрутов, повышающих эффективность оперативно-производственного планирования и результатов грузовых перевозок в мегаполисе.

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, получены на основе доказанных и корректно используемых положений фундаментальных и прикладных наук, направлены на совершенствование и адаптацию методов моделирования к современным условиям системы организации ГАП.

Применяя объективные методы научных исследований: системный, анализ, методы векторной оптимизации и математического программирования автор разработал и аргументированно обосновал необходимость применения методики оптимальных маршрутов в динамически изменяющихся условиях оперативного планирования ГАП в сложных транспортных системах мегаполисов. Обоснованность результатов диссертационной работы также подтверждается их широкой апробацией: публикациями в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ и в изданиях, индексируемых в международной базе научного цитирования Scopus и WoS; разработкой и применением современных средств программного обеспечения, разработанных на основе методов динамического программирования и векторной оптимизации; применением результатов работы при выполнении научно-технической работы

«Разработка цифровых объектно-ориентированных моделей управления в транспортно-логических системах и прототипов программного обеспечения на их основе».

### **3. Научная новизна и достоверность диссертационной работы**

В рамках разработки «Методики определения оптимальных маршрутов в динамически изменяющихся условиях оперативного планирования автомобильных грузовых перевозок» автором были разработаны новые аналитические модели и алгоритмы, позволяющие сформировать и решить задачу получения оптимальных траекторий движения объектов в сложных транспортных системах. Разработанные автором прикладные математические инструментами обладают рядом уникальных особенностей, аргументирующих их эффективность, таких как:

- возможность определения эффективного управляющего воздействия действия в гетерогенной динамической транспортной системе (ГДТС) мегаполиса при наличии стохастической неопределённости в исследуемой информационной среде;

- возможность рассматривать в качестве дискретных состояний ГДТС любые элементы транспортного процесса и транспортной инфраструктуры, что особенно важно в условиях мегаполисов;

- возможность работы с большим количеством входов в систему (показатели использования АТС) и критериев целеполагания.

Достоверность новых научных результатов подтверждается применением

- апробированных инструментов математического моделирования, основанных на теории принятия решений в недостаточности информации или неопределенности информационных состояний внешней среды, теории игры с природой факторов, методов динамического и линейного программирования, теории вероятностей и аналитических методов решения многокритериальных задач;

- отсутствием противоречий с ранее проводимыми исследованиями другими учеными по тематике организации и управления ГАП и принятию решений в сложных организационно-технических системах;

- экспериментальным исследованием и апробацией разработанных моделей на ряде крупных предприятий: АО «Корпорация «Оборонтех», ООО «СТЭК Северо-Запад».

### **4. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертационной работы**

Теоретическая значимость работы заключается развитии теории математического моделирования прикладных автотранспортных многокритериальных задач, применимых при проектировании

интеллектуальных транспортных системах, позволяющих оперировать в среде больших баз данных для оперативной переконфигурации системы управления в условиях неопределённости и/или возможного противодействия внешней среды.

Практическая значимость диссертационного исследования заключается в возможности создания протокола маршрутизации ГАП, работающего с любым количеством критерии эффективности. При этом процессе работы протокола маршрутизации формируется «цифровой двойник» управления перемещении объекта в исследуемой системе.

## **5. Общая оценка структуры и содержания диссертационной работы**

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы.

Во введении раскрывается тема исследования, цель и задачи исследования, представлены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, изложены положения, выносимые автором на защиту.

В первой главе выполнен качественный и всесторонний анализ современных научных подходов при решении задач маршрутизации и обоснована необходимость адаптации современных средств математического моделирования к условиям ГАП в мегаполисе.

Во второй главе разработана концепция научного подхода к маршрутизации в динамически изменяющихся условиях оперативного планирования ГАП.

В третьей главе разработана аналитическая модель, алгоритм и ПО маршрутизации ГАП в ГДТС и на их основе разработана методика, определения оптимальных кольцевых развозочных (сборных) маршрутов, состоящая из двух основных элементов: теоретического обеспечения (маршрутизатора) и его реализующего его программного обеспечения (протокола маршрутизации).

В четвёртой главе разработанная методика апробирована показала свою эффективность применения динамически нестабильных условиях рыночной конъюнктуры.

В заключении изложены основные итоги и результаты выполненного исследования.

Общий объем работы составляет 158 страниц машинописного текста, включающего 52 рисунка и 16 таблиц. Библиография содержит 138 наименования. Анализ структуры и содержания диссертационной работы показывает, что она является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором теоретических, расчетных и экспериментальных исследований разработаны теоретические положения, имеющая важное социально-экономическое и хозяйственное значение.

Диссертация и автореферат изложены в научном стиле и качественно оформлены. Диссертация выполнена на высоком методическом уровне. По

своему содержанию и масштабу проведённых исследований диссертация Андреева А.Ю. представляет собой завершённое научное исследование.

## 6. Вопросы и замечания

1. На стр. 66 определены недостатки метода DEA (Data Envelopment Analysis) для процедуры определения границ производственных возможностей объекта системы и указано, что решение этой задачи лежит в области математического прогнозирования возможных максимально эффективных решений. Далее по тексту не ясно удалось ли ликвидировать этот недостаток в применяемых в диссертации моделях маршрутизации.

2. В главе 2 со ссылкой на зарубежные источники (рисунок 2.11 и таблица 2.3) утверждается, что программное проектирование реальных динамических транспортных сетей требует большого количества вычислительных процедур. Но в дальнейшем в работе эта актуальная тема экономии вычислительных ресурсов явно выраженной разработки на получила.

3. На стр. 98 и 99 указано, что при решениях второй оптимизационной задачи может быть определена «не одна оптимальная траектория перемещения объекта, а полная совокупность возможных траекторий, состоящих из  $(n!)$  вариантов. При этом каждое из  $(n)$  – решений определяется приоритетом установленных критериев». Требуется пояснение или уточнение: каким образом количество возможных решений определяются «приоритетом» критериев?

Наличие отраженных замечаний, в целом, не меняет положительной оценки диссертации по критериям актуальности, научной новизны, достоверности и практической значимости работы.

## 7. Заключение

Диссертационная работа Андреева Андрея Юрьевича «Методика определения оптимальных маршрутов в динамически изменяющихся условиях оперативного планирования автомобильных грузовых перевозок», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является исследованием, выполненным на актуальную тему. Выводы, рекомендации и теоретические положения, изложенные в диссертации достоверны, обоснованы, характеризуются научной новизной и имеют практическую значимость, апробированы в условиях производства и в учебном процессе подготовки специалистов в области автомобильного транспорта.

Результаты, полученные в диссертации, развивают теоретические и методические основы научного подхода адаптивного управления и перехода от жестких систем к «гибким» алгоритмам маршрутизации ГАП, повышающим эффективность работы грузового автомобильного транспорта в мегаполисах.

