Ефименко, Дмитрий Борисович. Методологические основы построения навигационных систем диспетчерского управления перевозочным процессом на автомобильном транспорте (на примере городского пассажирского транспорта) : диссертация ... доктора технических наук : 05.22.08 / Ефименко Дмитрий Борисович; [Место защиты: ГОУВПО "Московский автомобильно-дорожный институт (государственный технический университет)"].- Москва, 2012.- 479 с.: ил.

МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

(МАДИ)



**ЕФИМЕНКО ДМИТРИЙ БОРИСОВИЧ**

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕВОЗОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА)**

Специальность 05.22.08 - «Управление процессами перевозок»

**Диссертация**

на соискание ученой степени доктора технических наук

**Научный консультант -**

Заслуженный деятель науки РФ доктор технических наук, профессор Власов Владимир Михайлович

Москва - 2012

**2** *)* **ОГЛАВЛЕНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ 8

[ГЛАВА 1. АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕВОЗОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ 14](#bookmark1)

1. [Анализ существующих теоретических и практических подходов к развитию автоматизированных систем диспетчерского управления автомобильным транс­портом 14](#bookmark2)
2. [Исследование координатно-временного и навигационного обеспечения ав­томобильного транспорта как новой научной категории в управлении перевозоч­ном процессом 29](#bookmark3)
3. [Методические основы формирования пользовательской классификации навигационных систем диспетчерского управления перевозочным процессом на автомобильном транспорте 46](#bookmark9)
4. Исследование объекта классификации 46
5. Исследование классификационных группировок по видам перевозок .... 49
6. Систематизация и классификации функциональных дополнений систем управления транспортными процессами на автомобильном транспорте и в до­рожной отрасли 55
7. Разработка дополнительных (фасетных) классификационных группиро­вок, характеризующих объекты внедрения автоматизированных навигацион­ных систем для автомобильного транспорта 58
8. [Анализ базовых составляющих отечественных навигационных систем дис­петчерского управления перевозочным процессом 62](#bookmark11)
9. Анализ основных подсистем навигационных систем диспетчерского управления перевозочным процессом 62
10. Исследование автоматизированной системы мониторинга пассажиропо­токов как инструмента повышения качества транспортного обслуживания пассажиров 89
11. Сравнительный анализ зарубежных информационно-навигационных систем

для пассажирского транспорта общего пользования 95

1. Предпосылки формирования и перспективы развития современных автома­тизированных навигационных систем диспетчерского управления городским

пассажирским транспортом 111

[Выводы по первой главе 119](#bookmark15)

ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА И НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРОВ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА, РАБОТАЮЩЕГО ПОД КОНТРОЛЕМ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕ­НИЯ 121

**\**

ч.

1. Обзор теоретических методов оценки качества транспортного обслуживания пассажиров 121
2. Научное обоснование новых методологических подходов к оценке качества транспортного обслуживания пассажиров на основе автоматического инструмен­тального учета затрат времени пассажиров на ожидание транспортных средств ... 135
3. [Исследования разработанного метода оценки качества процессов транспорт­ного обслуживания пассажиров 142](#bookmark25)
4. Методика проведения экспериментальных исследований 142
5. Теоретический анализ полученных результатов экспериментальных

исследований 143

Выводы по второй главе 149

ГЛАВА 3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕ­НИЯ ГОРОДСКИМИ ПАССАЖИРСКИМИ ПЕРЕВОЗКАМИ 150

1. Исследование традиционных методов планирования транспортной работы в автоматизированной навигационной системе диспетчерского управления и науч­ное обоснование направлений их развития 150
2. Анализ основных элементов технологического обеспечения автоматизи­рованного диспетчерского управления 150
3. Анализ особенностей подготовки и ведения электронных паспортов маршрутов пассажирского транспорта в современных условиях 156
4. Развитие технологических процессов создания и ведения единой обще­городской базы расписаний наземного пассажирского транспорта в современ­ных условиях 165
	1. [Формирование методики построения динамической модели маршрута дви­жения городского пассажирского транспорта на основе обработки навигацион­ных данных 175](#bookmark28)
		1. Исследование существующих подходов к формализованному описанию процесса движения пассажирских транспортных средств по городским марш­рутам 175
		2. Определение основных понятий и разработка алгоритма формирования динамической модели маршрута 181
		3. Использование динамической модели маршрута для решения специаль­ных навигационных задач 186
		4. Методика сбора и обработки навигационных данных для определения средних скоростей движения пассажирских транспортных средств на отдель­ных участках динамической модели маршрута 191
	2. Разработка статистического метода расчета динамических норм времени движения и скоростей сообщения пассажирских транс-портных средств на участках маршрутной сети городского пассажирского транспорта 200
	3. Научное обоснование и разработка метода оценки качества работы водите­лей пассажирских транспортных средств, работающих в условиях транспортных потоков высокой плотности и динамично изменяющихся пассажиропотоков .... 211
		1. Анализ традиционных методов оценки регулярности движения транс­портных средств в рейсе 211
		2. Разработка методики расчета порейсовых нормативов регулярности движения пассажирских транспортных средств на основе положений теории надежности 213
	4. [Исследования разработанного метода оценки качества работы водителей .... 221](#bookmark52)

[Выводы по третьей главе 226](#bookmark57)

ГЛАВА 4. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХ­НОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОПЕРАТИВНОГО ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ГОРОДСКИМ ПАССАЖИРСКИМ ТРАНСПОРТОМ 227

1. Разработка методологии оперативного диспетчерского управления перевоз­ками пассажиров в условиях динамично изменяющихся пассажиропотоков .... 227
2. [Разработка модели ситуационного диспетчерского управления перевозками пассажиров городским пассажирским транспортом 234](#bookmark65)
3. Сравнительный анализ режимов программного и ситуационного управ­ления 234
4. Разработка метода автоматического формирования вариантов выбора регулирующих воздействий при возникновении отклонений перевозочного процесса от заданной траектории 238
5. Оценка уровня автоматизации функций управления в современных си­стемах диспетчерского управления перевозками городским пассажирским транспортом 240
6. Особенности ситуационного управления перевозками при транспортном обслуживании массовых спортивных мероприятий 244
	1. [Разработка методологии оперативного диспетчерского управления при воз­никновении сбоев процесса перевозок 250](#bookmark70)
	2. [Теоретическое обоснование направлений повышения эффективности работы диспетчерского персонала в автоматизированной навигационной системе 261](#bookmark77)
		1. Исследование фактических показателей работы диспетчера в автомати­зированной системе 261
		2. Анализ опыта оптимизации процессов управления 269
		3. Анализ и классификация основных ситуаций, негативно влияющих на процесс пассажирских перевозок, с точки зрения оперативного диспетчерско­го управления 273
		4. Формирование критериев оптимизации технологических процессов и совершенствование методологии автоматизированного оперативного диспет­черского управления 277

[Выводы по четвертой главе 298](#bookmark82)

ГЛАВА 5. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ ПЕР­СПЕКТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССАМ СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ БОРТОВЫМИ ПРОГРАММНО­АППАРАТНЫМИ СРЕДСТВАМИ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕР­СКОГО УПРАВЛЕНИЯ 300

5.1 Анализ использования функциональных характеристик и формирование пер­спективных требований к программно-аппаратным средствам бортового обору­дования 300

1. [Теоретическое обоснование технологической схемы контроля выполнения расписания городского пассажирского транспорта за счет бортовых аппаратно­программных средств 314](#bookmark83)
2. Анализ функциональной схемы диспетчерского контроля 314
3. Математическая модель контроля выполнения расписания с использо­ванием бортового оборудования 320
4. [Теоретическое обоснование необходимости функциональной специализации каналов обмена данных между бортовым оборудованием и диспетчерским цен­тром 326](#bookmark91)

[Выводы по пятой главе 334](#bookmark94)

ГЛАВА 6. НАПРАВЛЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДОЛОГИ­ЧЕСКИХ ОСНОВ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ НАВИГАЦИОН­НЫХ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕВОЗОЧНЫМ ПРО­ЦЕССОМ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ 336

1. Развитие комплекса нормативно-технического обеспечения и стандартиза­ции в области построения автоматизированных навигационных систем диспет­черского управления 336
2. Формирование типовой методики внедрения автоматизированной навигаци­онной навигационных системы диспетчерского управления городским пассажир­ским транспортом с использованием разработанных методологических основ ... 353
3. Базовые принципы типового проекта внедрения автоматизированной навигационной системы диспетчерского управления городским пассажирским 353

транспортом

1. Описание основных функций, реализуемых автоматизированной нави­гационной системы диспетчерского управления 356
2. Перечень объектов автоматизации при внедрении автоматизированной навигационной системы диспетчерского управления 358
3. Предлагаемые мероприятия по подготовке персонала 358
4. Определение содержания выполняемых работ по объектам внедрения 361
5. Типовой состав работ, выполняемых по контракту на внедрение автома­тизированной навигационной системы диспетчерского управления 362
	1. Научные основы построения системы диспетчерского управления городским пассажирским транспортом как функциональной подсистемы интеллектуальной транспортной системы 3 66
		1. [Общие вопросы развития систем диспетчерского управления городским пассажирским транспортом как функциональной подсистемы интеллектуаль­ной транспортной системы 366](#bookmark97)
		2. Развитие методов определения параметров транспортных потоков на ос­нове обработки навигационной информации систем диспетчерского управле­ния пассажирским транспортом 370
		3. Повышение качества информационного обслуживания пассажиров средствами автоматизированных навигационных систем диспетчерского управления городским пассажирским транспортом 375
		4. Совершенствование информационного обеспечения системы предостав­ления приоритетного проезда пассажирским транспортным средствам на ре­гулируемых перекрестках на основе обработки информации систем диспет­черского управления пассажирским транспортом 380
	2. Общий подход к оценке эффективности реализации инновационных меро­приятий по внедрению навигационных систем диспетчерского управления пере­возочным процессом на автомобильном транспорте 385

[Выводы по шестой главе 398](#bookmark98)

[ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ 400](#bookmark99)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 403](#bookmark100)

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Основные классификационные группировки автоматизированных навигационных систем диспетчерского управления перевозочным процессом на автомобильном

транспорте 419

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Типовая структура основных технологических операций диспетчерского управле- 434

ния в составе автоматизированной навигационной системы диспетчерского управ­ления

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

[Типовая структура выходных отчетных данных в навигационных системах диспет­черского управления городскими пассажирскими перевозками 438](#bookmark102)

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Описание процесса построения динамической модели маршрута 452

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Технические требования к аппаратно-программным средствам бортовых навигаци­онно-связных комплексов, функционирующим с использованием навигационных

сигналов системы ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS 455

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Типовые технические требования к бортовому дисплею-индикатору для автомати­зированной навигационной системы диспетчерского управления пассажирскими

перевозками 466

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Акты и справки о внедрении результатов диссертационного исследования 472

**ВВЕДЕНИЕ**

**Актуальность исследования.** Автотранспортный комплекс, реализу­ющий планируемую и взаимосвязанную транспортную деятельность пред­ставляет собой сложную многоуровневую организационную систему и, как любая сложная система, в свою очередь, требует наличия собственной отла­женной системы управления.

Современный этап развития автотранспортного комплекса Российской Федерации характеризуется широким внедрением технологий, оборудования, систем контроля и управления перевозками, средств обеспечения безопасно­сти, базирующихся на решении задач, использующих информацию о место­положении транспорта в пространстве и времени. Данные задачи решаются в настоящее время на базе ***координатно-временного и навигационного обеспе­чения*** (КВНО), основанного на использовании глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) - ГЛОНАСС (Россия) и GPS (США), географи­ческих информационных систем (ГИС), средств и технологий транспортной телематики.

Значительной частью транспортной системы Российской Федерации является городской автомобильный и наземный электрический транспорт. При этом исторически социально-значимый характер имеет транспортное обслуживание населения городским пассажирским транспортом (ГПТ), кото­рый на сегодняшний день функционирует в условиях жесткой конкуренции со стороны индивидуального автотранспорта. Поэтому, с учетом основной роли ГПТ в решении транспортных проблем современных городов, необхо­димо обеспечивать рост его конкурентоспособности за счет повышения каче­ства предоставляемых транспортных услуг. Решение указанной задачи суще­ственно затруднено ввиду повышения интенсивности движения на улично­дорожной сети крупных городов, высокой плотности транспортных потоков и динамично изменяющихся пассажиропотоков, что, в свою очередь, услож­няет условия работы водителей транспортных средств ГПТ. Указанные фак­торы в значительной степени являются также следствием недостаточной привлекательности ГПТ, поэтому переключение на ГПТ пассажиропотоков с легкового автотранспорта позволит, в свою очередь, частично снизить плот­ность транспортных потоков, уменьшить вероятность заторов и повысить ка­чество жизни в городах. В этой связи, большое значение при решении задач управления перевозками имеют вопросы снижения затрат времени пассажи­ров на транспортное обслуживание, а также обеспечения надежности испол­нения запланированного уровня качества предоставления транспортных услуг и точности выполнения заранее сформированных расписаний. Особое место в указанной проблеме занимает вопрос рационального и эффективного диспетчерского контроля и управления движением пассажирских транспорт­ных средств по маршрутам регулярных перевозок, которое может быть обес­печено за счет использования автоматизированных навигационных систем диспетчерского управления (АНСДУ).

Многолетний практический опыт применения АНСДУ показал их су­щественное влияние на уровень качества предоставляемых населению транс­портных услуг. Однако проведенный анализ показал отсутствие единых научно-обоснованных методологических подходов к построению АНСДУ, а также к контролю и обработке результатов транспортной работы в данных системах. Решение рассматриваемой проблемы должно определить новые эффективные направления повышения качества автоматизированного дис­петчерского управления автомобильным транспортом и оценки результатов транспортной работы. Этим предопределяется актуальность настоящей дис­сертационной работы.

**Цель работы** состоит в повышении эффективности автоматизирован­ных навигационных систем диспетчерского управления городским пассажир­ским транспортом, работающим в условиях транспортных потоков высокой плотности и динамично изменяющихся пассажиропотоков, за счет эффек­тивного использования координатно-временного и навигационного обеспе­чения, предоставляемого глобальными навигационными спутниковыми си­стемами.

Для достижения указанной цели в диссертационной работе были по­ставлены следующие **основные задачи исследования:**

1. Разработка и научное обоснование методологических подходов к оценке качества транспортного обслуживания пассажиров на основе инстру­ментального учета затрат времени пассажиров на ожидание транспортных средств.
2. Разработка и научное обоснование методологии нормирования вре­мени движения пассажирских транспортных средств по участкам маршрут­ной сети в условиях транспортных потоков высокой плотности и динамично

изменяющихся пассажиропотоков.

1. Формирование и научное обоснование метода оценки качества рабо­ты водителей пассажирских транспортных средств, работающих в условиях транспортных потоков высокой плотности и динамично изменяющихся пас­сажиропотоков.
2. Разработка методологического подхода к повышению уровня авто­матизации базовых функций диспетчерского управления перевозками пасса­жиров городским пассажирским транспортом.
3. Формирование требований к технологическим процессам сбора и об­работки информации бортовыми программно-аппаратными средствами нави­гационных систем диспетчерского управления, обеспечивающим эффектив­ную реализацию предложенных в работе методов и моделей.
4. Проведения экспериментальных исследований с целью оценки адек­ватности и практической применимости разработанных методов и моделей.
5. Разработка рекомендаций по практическому применению предло­женных подходов, методов и моделей.

**Объектом исследования** является автомобильный транспорт, работа­ющий под контролем автоматизированных навигационных систем диспет­черского управления.

**Предметом исследования** являются теория и методология построения, организации и функционирования автоматизированных навигационных си­стем диспетчерского управления автомобильными пассажирскими перевоз­ками, методы оценки эффективности диспетчерского управления, модели и методы повышения качества транспортного обслуживания пассажиров.

**Теоретико-методологические основы исследования.** Диссертацион­ное исследование выполнено на основе трудов ведущих отечественных и за­рубежных ученых, работ в области проектирования и развития АНСДУ, а также работ по моделированию транспортных потоков, логистике пассажир­ского транспорта, системному подходу, теории ситуационного управления.

**Информационная база исследования:** нормативно-правовые доку­менты, научные и методические материалы по проблемам управления и функционирования ГПТ, федеральное транспортное законодательство РФ, Государственные стандарты, данные Федеральной службы статистики РФ, Федеральная целевая программа (ФЦП) «Глобальная навигационная систе­ма» и другие материалы.

и

**Научную новизну** исследования составляют следующие теоретико­методологические положения по основам построения навигационных систем диспетчерского управления перевозочным процессом на автомобильном транспорте, которые **выносятся на защиту:**

1. Новая научная категория *«координатно-временное и навигационное обеспечение автомобильного транспорта****»,*** как методологическая основа построения современных навигационных систем диспетчерского управления автомобильным транспортом.
2. Методика оценки качества транспортного обслуживания пассажиров на основе сравнения плановых и фактических показателей суммарного вре­мени ожидания пассажирами транспортных средств на остановочных пунк­тах маршрута, формируемых по данным АНСДУ и автоматизированной си­стемы мониторинга пассажиропотоков. Новый показатель - *«коэффициент потерь времени пассажирами при ожидании транспортных средств».*
3. Методика расчета динамических норм времени движения и скорости сообщения пассажирских транспортных средств по участкам маршрутной се­ти на основе использования предложенной в работе *динамической модели маршрута движения городского пассажирского транспорта*, работающего в условиях транспортных потоков высокой плотности и динамично изменя­ющихся пассажиропотоков.
4. Методика оценки в диспетчерской системе качества работы водите­лей, на основе использования расчетных значений допустимых отклонений от расписания движения, величина которых учитывает влияние случайных факторов, воздействующих на движение пассажирского транспортного сред­ства.
5. Методологический подход к повышению уровня автоматизации ба­зовых функций диспетчерского управления городским пассажирским транс­портом с использованием принципов ситуационного управления.
6. Технологическая схема контроля выполнения расписания городского пассажирского транспорта за счет использования вычислительных возмож­ностей современных бортовых аппаратно-программных средств.

**Практическая значимость.** Результаты исследования имеют приклад­ной характер и могут быть использованы региональными и муниципальными органами власти при разработке комплексных программ повышения качества транспортного и информационного обслуживания потребителей транспорт­ных услуг. Разработанные в диссертации подходы, модели и методы ориен­тированы на практическое применение и расширяют возможности типовых АНСДУ при оценке результатов их функционирования, а также при научном обосновании проектов построения и модернизации данных систем. Внедре­ние результатов исследования позволяет более рационально решать задачи комплексного развития АНСДУ за счет эффективного использования суще­ствующего координатно-временного и навигационного обеспечения автомо­бильного пассажирского транспорта, работающего в условиях транспортных потоков высокой плотности и динамично изменяющихся пассажирских по­токов.

**Обоснованность и достоверность** научных положений, разработан­ных методик, выводов и рекомендаций, сформулированных и предложен­ных в диссертации, подтверждаются проведением экспериментальных иссле­дований с применением стандартных математических методов.

**Реализация результатов исследования.** Результаты диссертационно­го исследования легли в основу ряда действующих и утвержденных нацио­нальных стандартов РФ (ГОСТ Р 54027-2010, ГОСТ Р 54725-2011, ГОСТ Р 54726-2011), включая стандарты в сфере пассажирского транспорта (ГОСТ Р 54020-2010, ГОСТ Р 53860-2010, ГОСТ Р 54723-2011), а также широко ис­пользованы при выполнении научно-исследовательских и опытно­конструкторских работ в рамках реализации Федеральной целевой програм­мы «Глобальная навигационная система» (Подпрограмма 3 - «Внедрение и использование спутниковых навигационных систем в области транспорта»).

Отдельные результаты диссертационного исследования использованы при разработке и совершенствовании элементов программно­алгоритмического и технологического обеспечения автоматизированной навигационной системы диспетчерского управления и обеспечения безопас­ности перевозок наземным городским пассажирским транспортом в городе Москве (АСДУ-НГПТ), а также комплексной автоматизированной навигаци­онной системы диспетчерского контроля и управления пассажирскими пере­возками в городе Кемерово (АСУ - Навигация - Кемерово). Результаты дис­сертации также реализованы при разработке организационного и алгоритми­ческого обеспечения процессов ситуационного диспетчерского управления пассажирским транспортом для периодов подготовки и проведения XXII Олимпийских зимних игр и XI Паралимпийских зимних игр в городе Сочи.

Теоретические и экспериментальные результаты диссертационного ис­следования используются в учебном процессе МАДИ при подготовке специ­алистов по направлению «Наземные транспортно-технологические сред­ства».

**Квалификация работы.** Диссертационное исследование квалифици­руется как теоретическое обобщение, направленное на решение крупной научной проблемы повышения эффективности автоматизированных навига­ционных систем диспетчерского управления перевозками на автомобильном пассажирском транспорте, работающим в условиях транспортных потоков высокой плотности и динамично изменяющихся пассажирских потоков, и имеющее важное хозяйственное значение для развития автомобильного транспорта страны и повышения конкурентоспособности отечественной транспортной системы.

**Апробация работы.** Основные теоретико-концептуальные положения, рекомендации и результаты исследования доложены и одобрены на отрасле­вых, международных и региональных конференциях в городах: Москва (2002 - 2012гг.), Новокузнецк (2006 - 2008гг.), Кемерово (2009г.), Брно (Чеш­ская Республика) - 2007г., Тюмень (2010г.), Уфа (2011г.), Сочи (2007, 2010гг.), Санкт-Петербург (2008, 2009гг.).

**Публикации.** Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 52 работах, написанных лично автором и в соавторстве, в том числе в 1 учебном и в 3 методических пособиях. В рекомендованных ВАК РФ изданиях опубликовано 17 работ. В опубликованных работах авто­ру принадлежат основные идеи и выводы, теоретический и эксперименталь­ный материал.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Решена научная проблема построения навигационных систем диспет­черского управления перевозочным процессом на автомобильном транспорте на основе эффективного использования координатно-временного и навигаци­онного обеспечения автомобильного транспорта, предоставляемого глобаль­ными навигационными спутниковыми системами.
2. Предложена и обоснована новая научная категория «координатно­временное и навигационное обеспечение автомобильного транспорта» как ме­тодологическая основа построения современных навигационных систем дис­петчерского управления автомобильным транспортом.
3. Предложено оценивать качество транспортного обслуживания пасса­жиров на маршрутах городского пассажирского транспорта на основе сопо­ставления плановых и фактических данных о суммарном времени ожидания пассажирами транспортного средства в рейсе и в целом за сутки, полученных инструментальным путем. Для численной оценки качества транспортного об­служивания пассажиров предложено использовать «коэффициент потерь вре­мени пассажирами при ожидании транспортных средств», выражаемый в виде отношения показателей планового и фактического суммарного времени ожи­дания пассажирами транспортного средства. На примере отдельных маршру­тов маршрутной сети ГУП «Мосгортранс» города Москвы получено экспери­ментальное подтверждение практической применимости разработанного ме­тода оценки качества транспортного обслуживания пассажиров.
4. Показано, что планирование транспортной работы городского пасса­жирского транспорта, работающего в условиях транспортных потоков высо­кой плотности и динамично изменяющихся пассажиропотоков, должно быть основано на использовании динамических норм времени движения по участ­кам маршрутной сети. Основным инструментом формирования динамических норм является предложенная в работе динамическая модель маршрута движе­ния городского пассажирского транспорта, основанная на специальных алго­ритмах обработки навигационных данных.
5. Предложено оценивать качество работы водителей пассажирских транспортных средств городского пассажирского транспорта на основе приня­тия в диспетчерской системе расчетных обоснованных значений допустимых отклонений от расписания движения, величина которых учитывает влияние случайных факторов, воздействующих на движение пассажирского ТС на маршруте. На примере отдельных маршрутов маршрутной сети ГУП «Мосгортранс» города Москвы экспериментально установлено, что расчетные величины указанных допустимых отклонений в общем случае различны для различных участков маршрутной сети, могут изменяться в зависимости от времени суток и должны устанавливаться по результатам статистической об­работки навигационных данных контролируемых пассажирских ТС. Показано, что данный подход позволяет оценить реальные возможности водителей ГПТ по выполнению требований к точности соблюдения запланированного распи­сания движения в современных условиях дорожного движения.
6. Показано, что основным направлением повышения уровня автомати­зации функций диспетчерского управления городским пассажирским транс­портом, работающим в условиях транспортных потоков высокой плотности и динамично изменяющихся пассажиропотоков, является использование прин­ципов ситуационного управления, обеспечивающих эффективное решение следующих задач:
* автоматическое распознавание возникшей ситуации на основе заранее сформированного и описанного в системе набора признаков;
* сопоставление распознанной ситуации с набором возможных альтерна­тивных действий диспетчера;
* оценка каждого возможного альтернативного комплекса действий с помощью заранее разработанного формального критерия;
* предоставление полученных оценок диспетчеру для окончательного выбора комплекса управляющих воздействий.
1. Разработана целевая функция оперативного диспетчерского управле­ния ГПТ, обеспечивающая выбор оптимального действия диспетчера для ми­нимизации суммарного абсолютного отклонения фактического времени ожи­дания пассажирами транспортного средства на остановочном пункте от пла­нового.
2. Показано, что повышение эффективности диспетчерского контроля и управления перевозками пассажиров возможно за счет перераспределения вычислительных задач между бортовыми и центральными вычислительными ресурсами, развернутыми на базе диспетчерского центра. Разработана укруп­ненная технологическая схема контроля выполнения расписания ГПТ за счет

использования ресурсов бортового оборудования.

1. Перспективными направлениями дальнейшего развития автоматизи­рованных навигационных систем диспетчерского управления, с точки зрения интегрирования в общегородскую ИТС, являются:
* использование в автоматизированной системе управления дорожным движением (АСУДД) результатов решения практических задач определения параметров транспортных потоков на основе обработки навигационной ин­формации систем диспетчерского управления пассажирским транспортом;
* совершенствование методов информационного обслуживания пасса­жиров и участников транспортных процессов на основе использования пред­ложенной динамической модели маршрутов ГПТ;
* организация в АСУДД приоритетного проезда пассажирским транс­портным средствам на регулируемых перекрестках на основе обработки ин­формации систем диспетчерского управления пассажирским транспортом.
1. Социальные эффекты функционирования автоматизированных нави­гационных систем диспетчерского управления проявляются, в первую оче­редь, в снижении социальной напряженности, повышении привлекательности городского пассажирского транспорта, уменьшении использования личного транспорта в часы пик, повышении безопасности перевозок. Практическая ре­ализация предложенных подходов позволит достичь следующих основных по­казателей:
* сокращение общего пробега транспортных средств городского пасса­жирского транспорта на 8... 10% за счет оптимизация расписания на отдельных маршрутах на основе регулярного автоматизированного обследования пасса­жиропотоков и скоростных режимов движения транспортных средств, в ре­зультате чего обеспечивается сокращение количества рейсов в «межпиковое» время при сохранении уровня и качества транспорта обслуживания;
* повышение качества и точности учета фактически выполненной транс­портной работы до 10%, за счет автоматического контроля выполнения плано­вых заданий водителями, в результате обеспечиваются условия для сокраще­ния дотационных расходов на транспорт;

 сокращение затрат времени пассажиров на транспорт до 10% за счет повышения регулярности движения пассажирского транспорта и повышения качества информирования пассажиров.