



# Обеспечение эффективности транспортных процессов в районах Крайнего Севера



Надежда ФИЛИПОВА  
Nadezhda A. FILIPPOVA

Дмитрий ЕФИМЕНКО  
Dmitry B. EFIMENKO



Александр ЛЕДОВСКИЙ  
Alexander A. LEDOVSKY

*Филиппова Надежда Анатольевна* – кандидат технических наук, доцент Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), Москва, Россия.  
*Ефименко Дмитрий Борисович* – доктор технических наук, доцент МАДИ, Москва, Россия.  
*Ледовский Александр Александрович* – соискатель кафедры транспортной телематики МАДИ, Москва, Россия.

## Efficiency of Transport Processes in the Far North

(текст статьи на англ. яз. –  
English text of the article – p. 156)

Статья посвящена анализу современных подходов к обеспечению эффективности транспортных процессов в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностям. С учётом природной и географической специфики в этих зонах особенно высоки риски отклонения запланированных маршрутных траекторий движения транспорта, вероятность возникновения нештатных ситуаций, что создаёт свои трудности при внедрении математических методов планирования перевозок, комплексных автоматизированных систем управления с использованием средств технологий транспортной телематики, спутниковой навигации, мобильной и радиосвязи. Представлены основные цели создания автоматизированной спутниковой навигационной системы сопровождения автомобильного транспорта, показаны функции сбора и передачи информации за счёт средств телематики, которыми оборудуются транспортные средства предприятий. Полученные координаты автоматически сохраняются в энергонезависимой памяти приёмника и передаются в локальные операторские центры региональных отделений.

*Ключевые слова:* спутниковая навигация, эффективность, диспетчерское управление, Крайний Север, автомобильный транспорт, перевозка грузов, ГЛОНАСС/GPS.

Современные подходы к решению задач функционирования и развития транспортного комплекса, совершенствования технологии перевозки грузов, структуры материально-технического обеспечения районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей должны строиться на основе прогрессивных методов управления автомобильными перевозками с применением новейших информационных систем и оборудования, созданного для северных территорий [4].

Стоит напомнить: районы Крайнего Севера РФ и приравненные к ним местности занимают около 70% территории России (рис. 1), здесь проживает 8% населения страны. К этой экономико-географической зоне относятся полностью или частично 25 субъектов Российской Федерации. Значение Севера для экономики определяется прежде всего сырьевым потенциалом [5].

Понятно, что наличие суровых природных условий, вечной мерзлоты, сезонной специфики автомобильных дорог и водных путей, сложной инфраструктурной заданности диктует необходимость искать решения в сфере



**Рис. 1. Районирование территории Севера России.**

интеллектуальных транспортных систем, использования средств телематики, спутниковой навигации, форм мониторингового и диспетчерского контроля [1–3].

### СООТНОШЕНИЕ ПРОБЛЕМ И СИЛ

Развитие транспорта и его инфраструктуры является приоритетной задачей государственной политики руководства РФ и региональных органов власти. Исходя из транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года, можно выделить три основные проблемы транспортной системы районов Севера:

- отсутствие территориальной целостности;
- техническое и технологическое отставание транспортной инфраструктуры от мирового уровня;
- отсутствие координации в работе различных видов транспорта.

Наряду с требованиями к транспортному обслуживанию возникают, однако, и специфические проблемы, связанные со сложными природно-климатическими условиями, неравномерным развитием инфраструктуры для разных видов транспорта [14].

В транспортном обслуживании предприятий, организаций, компаний Севера РФ при температуре воздуха от  $+40^{\circ}$  до  $-60^{\circ}\text{C}$  роль автомобильного транспорта оказывается особо значимой. Это объясняется характером требований:

- к высокой надёжности и безопасности перевозочного процесса;
- к возможности устойчивого функционирования в экстремальных условиях и чрезвычайных ситуациях.

В данной связи нельзя не сознавать, что обусловленные задачи находятся в сфере до-

ступности автомобильного транспорта, а использование других видов транспорта на указанных позициях является, как правило, неоправданным. Рост объёмов перевозок грузов железнодорожным и авиационным транспортом, усложнение возведения транспортной инфраструктуры за счёт географического разнесения северных районов РФ обостряют внимание к вопросам совершенствования технологий управления, координации усилий в организации транспортного процесса, но это вряд ли изменит в ближайшее время сложившее соотношение конкурирующих и взаимодействующих сил.

Вместе с тем возрастающие риски отклонения запланированных маршрутных траекторий движения транспорта, трудоёмкость поиска оптимальных вариантов вследствие возникновения нештатных ситуаций создают дополнительные немалые трудности при внедрении математических методов планирования перевозок, предъявляют повышенные требования к их регулированию и тактической гибкости при принятии управленческих решений. Удовлетворение которых, судя по целому ряду факторов, возможно лишь при грамотном и технически обеспеченном использовании автоматизированных систем управления транспортным процессом [5, 15].

### СОЗДАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Автоматизированная навигационная система мониторинга, диспетчерского контроля и учёта работы автомобильного транспорта в условиях Севера РФ является по своей структуре распределённой системой, обеспечивая мониторинг и диспетчерский контроль специ-



альных объектов и специального транспорта [6–8]. Система строится на принципах унификации своих основных функциональных модулей и стандартизированных подходов к реализации базовых функций диспетчерского управления — как транспортными процессами, так и элементами транспортного и информационного обслуживания технологических процессов. Являясь по своему составу унифицированными на различных видах транспорта, системы отличаются друг от друга в зависимости от особенностей транспортной технологии, но это не уменьшает значимости их базовых (стандартизированных) технологических компонентов — по различным уровням обработки информации в автоматизированных системах [9–13].

Технология построения перевозочного процесса зависит от параметров и характеристик перевозимых объектов, графика движения, а также выстроенного маршрута. Применение современных информационных технологий способствует возможности развития структуры отношений участников перевозочного процесса, накоплению информации о перевозке, увеличению параметров выработки техники, задействованной в транспортной (производственной) программе [16–20].

Развитие информационных технологий на автомобильном транспорте, основанных на применении контроллеров, компьютерной техники, микроэлектроники, спутниковой навигации, геоинформатики, реализуют возможность создания систем оперативного контроля и управления автомобильным транспортом в рамках перевозочного процесса. Применение информационных технологий и телематических инструментальных средств — это комплекс аппаратных и программных средств, в том числе принадлежащих спутниковой навигации. Все вместе они позволяют значительно улучшить процессы планирования, контроля, регулирования, а также существенно повысить качество сервиса при транспортировке [2].

Совершенствование систем и методов диспетчерского сопровождения работы подвижного состава является одним из важнейших резервов повышения эффективности использования транспорта [21–23].

Разрабатываемый комплекс процедур в рамках распределённой системы мониторинга рассматривается как мероприятие

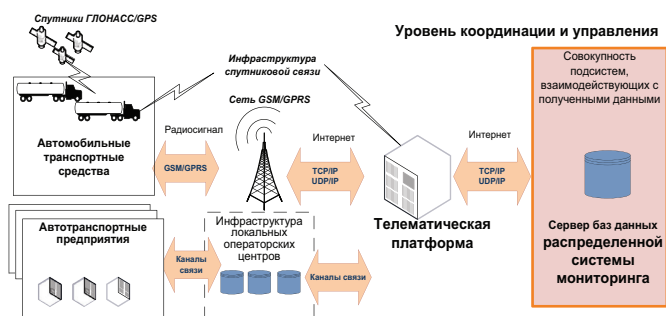
организационного, технологического и технического характера, назначение которого внедрение методов объективного инструментального контроля процесса перевозок на базе использования средств и технологий транспортной телематики, спутниковой навигации, мобильной и радиосвязи [3, 17].

Основные цели создания автоматизированной спутниковой навигационной системы сопровождения автомобильного транспорта в северных районах РФ:

- повышение качества исполнения запланированного движения транспортных средств (ТС), улучшение транспортного обслуживания строительных объектов и комплекса инфраструктурного обеспечения (контроль таких показателей, как безопасность, точность и т.д.);
- обеспечение эффективности использования различных типов ТС, рост производительности труда и культуры производства, снижение прямых затрат в производстве;
- повышение безопасности перевозочного процесса за счёт информационного обеспечения мероприятий по ликвидации последствий ЧС;
- оперативное информирование представителей эксплуатирующего предприятия, локальных органов контроля, а также контролирующих перевозочный процесс органов и структур;
- повышение эффективности и оперативности работы диспетчерских служб за счёт автоматизации ручных процедур и использования современных телекоммуникационных технологий;
- повышение безопасности водителей, транспортируемых грузов и самих ТС;
- комплексное информирование и диагностирование по состоянию всех контролируемых параметров, считываемых с борта ТС;
- оперативное взаимодействие с дорожно-ремонтными предприятиями и экстренная передача данных при обнаружении на дорожно-транспортном полотне препятствий движению ТС;
- вызов средств технической помощи автомобилям в максимально короткие сроки в случае возникновения неисправности на борту ТС.

## ФУНКЦИИ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Технология диспетчерского сопровождения и управления перевозочным процес-



**Рис. 2. Схема информационного обмена навигационной системы учёта и контроля работы транспортных средств.**

сом реализуется в полном объёме, при этом в автоматизации нуждаются [9–11]:

- текущее планирование, обеспечивающее учёт особенностей перевозочного процесса;
- информационное сопровождение и инструментальный учёт транспортной работы независимо от вида транспортных средств и объекта перевозки;
- анализ и контроль передвижения за счёт инструментальных средств определения местоположения транспортных единиц, средств связи и программно-аппаратных средств визуализации на картах регионов, выводимых на экран монитора;
- оперативная связь с водителями — голосовая и с помощью передачи текстовых сообщений;
- упрощённый вызов техпомощи за счёт средств связи, установленных в предельно доступном водителю месте;
- оперативный анализ на основе вычислительных и программных средств, который отображает информацию об уровне выполнения транспортной работы (включая контроль элементов распорядка движения) и способствует оперативному регулированию движения;
- доступные для потребителей технические средства визуализации, а также другие механизмы получения информации о фактическом движении транспорта;
- передача характеристик, считываемых телематическим оборудованием, установленным на борту транспортного средства, с целью обеспечения максимального уровня слежения за параметрами перевозимых объектов.

Для наглядности отображения функции информационного обмена на рис. 2 приведена схема обмена информацией.

Автоматизированная навигационная система учёта и контроля работы автомобильного

транспорта обеспечивает выполнение смежных задач и функций, основные из которых [13] суммирует эта глава.

*а) Автоматизированный мониторинг и контроль перевозочного процесса с минимальным привлечением персонала, в том числе:*

- контроль планового и внепланового движения автотранспортных средств на дорожно-транспортной сети, выдача в автоматическом режиме сообщений об отклонениях от плана;
- реализация управленческих воздействий диспетчеров системы, которые ведут контроль и управление движением автомобильного транспорта в диалоговом режиме с компьютерной системой;
- формирование и вывод оперативных справок о работе отдельных ТС, подразделений, автотранспортных предприятий в целом.

*б) Диспетчерский контроль и регулирование процесса перевозок грузов.*

*в) Обеспечение информационного обмена данными с ТС предприятий как в процессе выполнения задания, так и в случае нештатных ситуаций.*

Функция сбора и передачи информации осуществляется за счёт средств телематики, которыми оборудуются ТС предприятий. Во время движения по маршрутам следования бортовое навигационно-связное оборудование выполняет процесс передачи данных о географическом положении ТС. Оперативные отчёты формируются на основании информационного обмена средствами глобальной навигационной спутниковой системы (ГЛОНАСС/GPS) и бортового навигационно-связного оборудования [7, 19]. Полученные координаты ТС автоматически сохраняются в энергонезависимой памяти приёмника и передаются на локальные операторские центры региональных отделений путём использования различных каналов связи (спутниковая связь, GSM, УКВ-радиосвязь и пр.).



В процессе формирования массива полученной информации локальными операторскими центрами производится первичная обработка в соответствии с установленными системными процедурами. Информационный обмен поддерживается современными средствами связи, обеспечивающими высокую скорость передачи данных. При этом основным элементом телематической платформы в процессе сбора и передачи информации является телематический сервер. Универсальная архитектура в сочетании с простыми алгоритмами работы и высокая пропускная способность телематического сервера позволяют подключать к системе до нескольких тысяч абонентских терминалов без заметного снижения быстродействия системы в целом. Для повышения надёжности системы потоки данных могут дублироваться на другой аналогичный сервер, выполняющий функции резервного [18, 20].

*г) Формирование и выдача отчётных и аналитических форм.*

*д) Создание архивов долговременного хранения данных с ежесуточной архивацией навигационной информации, нарядов, протоколов действий диспетчеров и водителей (управляющие воздействия, доклады, сеансы переговоров и т.д.).*

*е) Расчёт показателей и формирование текущих и накопительных баз данных по выполнению плановых заданий и учёту выполненной транспортной работы.*

*ж) Формирование сменно-суточных заданий на перевозку.*

*з) Определение местоположения ТС.*

На электронной карте в режиме реального времени диспетчерские службы должны определять местонахождение своих ТС с определённой заданной точностью и дискретностью передачи данных, достаточной для эффективного мониторинга движения транспорта [6, 7].

*и) Оперативное планирование транспортной работы автомобильных транспортных средств.*

*к) Учёт и контроль движения ТС.*

Реализация этих функций осуществляется в системе на основе регулярного получения данных о местоположении контролируемых транспортных средств по сигналам глобальной спутниковой навигации ГЛОНАСС либо ГЛОНАСС/GPS.

*л) Фиксация, предварительная обработка и хранение навигационных данных, поступающих от контролируемых ТС:*

- номер радиостанции объекта, от которой поступила навигационная отметка;
- географическая широта и долгота объекта;
- мировое время, в которое были определены навигационные данные;
- скорость движения объекта;
- азимут движения (положение относительно сторон света);
- признак достоверности отметки.

Каждую навигационную отметку сервер сохраняет во внутреннем буфере до передачи их в базу данных системы. Помимо этого сервер ведёт журнал поступивших отметок по каждой радиостанции и при наличии пропусков (не поступивших отметок) запрашивает их повторно.

*м) Архивация основных событий в системе на основе обработки данных спутниковой навигации.*

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе анализа современных подходов к обеспечению эффективности транспортных процессов в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностям можно сделать вывод, что программно-технологические средства типовой автоматизированной навигационной диспетчерской системы для автотранспорта способны привести к уменьшению использования «ручных операций» диспетчерским персоналом и максимальной автоматизации оперативного управления перевозками грузов. При этом возникает необходимость в обосновании направлений совершенствования функций и операций диспетчерского персонала, которые напрямую связаны с развитием математических моделей и методов обработки навигационных данных.

Предложены методы контроля за процессом перевозки, определения местоположения автомобильного транспорта в пространстве и времени, что позволит повысить эффективность транспортной работы, сэкономить государственные и человеческие ресурсы. В частности, рассматриваются возможности использования телекоммуникации в условиях Севера, которые вполне реальны для воплощения на базе координатно-временного и навигационного обеспечения

с помощью глобальных навигационных спутниковых систем, географических информационных систем, средств и технологий транспортной телематики.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Филиппова Н. А., Беляев В. М. Информационное обеспечение перевозочного процесса мультимодальной системы // Наука Красноярья. – 2015. – № 1. – С. 8–25.
2. The Analytical Test of Methodological Approaches to the Increasing the Level of Automation of the Basic Functions of the Car Dispatching of the Cargo Delivery to Northern Regions of the Russian Federation / Filippova N. A., Belyaev V. M., Shilimov M. V., Koshkarev P. P., Odinkova I. V. // International Journal of Applied Engineering Research (IJAER). Volume 12, Number 21 (2017) / 2017.
3. Беляев В. М., Филиппова Н. А. Основы организации транспортной системы северных регионов // Мир транспорта. – 2017. – № 1. – С. 162–167.
4. Филиппова Н. А. Методология организации и функционирования систем доставки грузов в северные регионы: Монография. – М.: Техполиграфцентр, 2015. – 208 с.
5. Филиппова Н. А., Беляев В. М. Анализ процесса управления северным заводом в современных рыночных условиях // Грузовое и пассажирское автохозяйство. – 2010. – № 9. – С. 17–20.
6. Власов В. М., Иванов А. М., Жанказиев С. В. Научные подходы к формированию концепции построения ИТС в России // Автотранспортное предприятие. – 2010. – № 4. – С. 2–4.
7. Власов В. М. Развитие корпоративных систем диспетчерского управления и обеспечения безопасного функционирования наземных транспортных средств на базе навигационных приёмников ГЛОНАСС/GPS // Автотранспортное предприятие. – 2008. – № 6. – С. 2–5.
8. Власов В. М., Жанказиев С. В. Научные подходы к формированию государственной стратегии развития интеллектуальных транспортных систем // Автотранспортное предприятие. – 2010. – № 7. – С. 2–10.
9. Власов В. М., Ефименко Д. Б., Богумил В. Н. Информационные технологии на автомобильном транспорте: Учебник. – М.: Академия, 2014. – 256 с.
10. Власов В. М., Мактас Б. Я., Богумил В. Н., Конин И. В. Применение цифровой инфраструктуры и телематических систем на городском пассажирском транспорте: Учеб. пособие. – М.: Инфра-М, 2017. – 184 с.
11. Власов В. М., Богумил В. Н., Ефименко Д. Б. Беспроводные технологии на автомобильном транспорте. Глобальная навигация и определение местоположения транспортных средств: Учебник. – М.: Инфра-М, 2018. – 352 с.
12. Богумил В. Н., Жанказиев С. В., Ефименко Д. Б. Телематические системы диспетчерского управления движением автомобильного транспорта как части ИТС мегаполиса // 9-я международная научно-практ. конференция «Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах». – СПб., 2010. – С. 115–120.
13. Ефименко Д. Б., Ледовский А. А. Особенности применения автоматизированных систем контроля работы грузового транспорта // Вестник МАДИ. – 2018. – Вып. 2. – С. 116–123.
14. Филиппова Н. А., Беляев В. М. Сопоставление методов планирования доставки грузов в северные регионы РФ // Логистика. – 2016. – № 11. – С. 22–27.
15. Филиппова Н. А., Беляев В. М. Адаптивная математическая модель для оптимизации завоза грузов в условиях Севера // Грузовое и пассажирское автохозяйство. – 2013. – № 11. – С. 17–20.
16. Власов В. М., Приходько В. М., Жанказиев С. В., Иванов А. М. Интеллектуальные транспортные системы в автомобильно-дорожном комплексе. – М.: ООО «Мэйлер», 2011. – 487 с.
17. Губанов А. И., Николаев А. Б., Остроух А. В., Ефименко Д. Б. Автоматизированная навигационная система диспетчерского контроля и учёта работы транспорта нефтедобывающих предприятий // Молодой учёный. – 2011. – № 4. – С. 18–21. [Электронный ресурс]: <https://moluch.ru/archive/27/3093/>. Доступ 22.07.2018.
18. Technology of Monitoring and Control Algorithm Design for Earth-Moving Machine / Efimenko D. B., Maksimychev O. I., Ostroukh A. V., Zbavitel P. Yu., Ivakhnenko A. M., Karelina M. Y. International Journal of Applied Engineering Research, 2016, Vol. 11, No. 9, pp. 6430–6434.
19. Automated dispatching control system of the mobile concrete batching plants / Efimenko D., Ostroukh A., Nuruev Ya., Zhankaziev S., Moroz D. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 2016, Vol. 11, No. 11, pp. 6733–6737.
20. Bogumil V., Efimenko D. Urban Transport Dispatch Control System Helps to Increase Intelligent Transport Systems Effectiveness. Proceedings of the 11<sup>th</sup> European transport congress, Prague, September 19–20, 2013, pp. 20–25.
21. Bhourri N., Balbo F., Pinson S. An agent-based computational approach for urban traffic regulation. Artifact Intelligence, 2012, pp. 139–147, DOI: 10.1007/s13748–012–0011–0.
22. Kammoun H. M., Kallel I., Casillas J., Abraham A. and Alimi M. A. Adapt-Traf: An adaptive multiagent road traffic management system based on hybrid ant-hierarchical fuzzy model. Transportation Research, Part C 42, 2014, pp. 147–167.
23. Qian Runhuaa, Cong Huaa, Zhao Ruiling, Li Yuanxing. Design Scheme of Public Transport Comprehensive Dispatching MIS based on MAS. Procedia Social and Behavioral Sciences, 2013, Vol. 96, pp. 1063–1068.
24. Tlig, M., Bhourri, N. A MultiAgent System for Urban Traffic and Buses Regularity Control. Procedia Social and Behavioral Sciences, 2011, Iss. 20, pp. 896–905.
25. Ефименко Д. Б., Филатов С. А., Сергеев С. В., Васильенков Р. В. Совершенствование информационного обеспечения процессов управления грузовыми перевозками автомобильным транспортом // В мире научных открытий. – 2015. – № 6. – С. 261–269.
26. Ефименко Д. Б., Терентьев А. В., Карелина М. Ю. Методы районирования как методы оптимизации автотранспортных процессов // Вестник гражданских инженеров. – 2017. – № 6. – С. 291–294. ●

Координаты авторов: **Филиппова Н. А.** – [umen@bk.ru](mailto:umen@bk.ru), **Ефименко Д. Б.** – [ed2002@mail.ru](mailto:ed2002@mail.ru), **Ледовский А. А.** – [ledovalexander@gmail.com](mailto:ledovalexander@gmail.com).

Статья поступила в редакцию 23.07.2018, принята к публикации 30.08.2018.



## EFFICIENCY OF TRANSPORT PROCESSES IN THE FAR NORTH

**Filippova, Nadezhda A.**, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Moscow, Russia.

**Efimenko, Dmitry B.**, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Moscow, Russia.

**Ledovsky, Alexander A.**, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Moscow, Russia.

### ABSTRACT

The article is devoted to the analysis of modern approaches to ensuring the efficiency of transport processes in the regions of the Far North and similar regions. Taking into account the natural and geographical specifics in those zones, the risks of deviating the planned route trajectories of traffic are particularly high, as well as the probability of occurrence of abnormal situations that creates difficulties in introduction of mathematical methods of transport planning, complex automated control

systems using the means and technologies of transport telematics, satellite navigation, mobile and radio communication. The main goals of creation of an automated satellite navigation system for support of road transport are presented, the functions of information collection and transmission using telematics means are provided, which are used to equip the vehicles of enterprises. The model provides that the received coordinates are automatically stored in the receiver's non-volatile memory and transferred to the local operator centers of the regional branches.

**Keywords:** satellite navigation, efficiency, dispatching control, Far North, road transport, cargo transportation, GLONASS/GPS.

**Background.** Modern approaches to solving problems of functioning and development of the transport complex, improving the technology of cargo transportation, the structure of material and technical support of the regions of the Far North and similar localities should be built on the basis of advanced methods of managing automobile transport using the newest information systems and equipment created for the northern territories [4].

It is worth recalling that the regions of the Far North of the Russian Federation and territories similar to them by their natural and climate conditions occupy about 70% of the territory of Russia (Pic. 1), and 8% of the country's population live there. This economic-geographical zone includes all or part of 25 constituent entities of the Russian Federation. The importance of the North for the economy is determined primarily by the raw material potential [5].

It is clear that the presence of harsh natural conditions, permafrost, seasonal specifics of highways and waterways, of a compound infrastructure dictates the need to seek solutions in the field of intelligent transport systems, the use of telematics, satellite navigation, forms of monitoring and dispatch control [1–3].

**Objective.** The objective of the authors is to consider different aspects of provision of efficiency of transport processes in the Far North of Russia.

**Methods.** The authors use general scientific methods, comparative analysis, evaluation approach.

### Results.

#### Correlation of problems and forces

The development of transport and its infrastructure is a priority task of the federal policy of the Russian Federation and of the regional authorities. Basing on the transport strategy of the Russian Federation until 2030, there are three main problems of the transport system in the North:

- lack of territorial integrity;
- technical and technological backlog of transport infrastructure from the world level;
- lack of coordination in the work of various modes of transport.

Along with the requirements for transport services, there are, however, specific problems associated with complex natural and climatic conditions, uneven development of infrastructure for different modes of transport [14].

In the transport services provided to enterprises, organizations, companies in the North of the Russian Federation at the ambient temperature ranging from +40°

to -60°C, the role of road transport is particularly significant. This is due to the nature of the requirements:

- for high reliability and safety of transportation process;
- for possibility of sustainable operation in extreme conditions and emergency situations.

In this regard, one cannot but realize that the tasks assigned are in the field of accessibility of road transport, and the use of other modes of transport in these positions is, as a rule, unjustified. The growth in the volume of freight transportation by rail and air transport, complexity of construction of transport infrastructure due to the geographical remoteness of the northern regions of the Russian Federation attracts attention to the issues of improving management technologies, coordinating efforts in organization of transportation process, but the prevailing ratio of competing and interacting forces is unlikely to be changed in the near future.

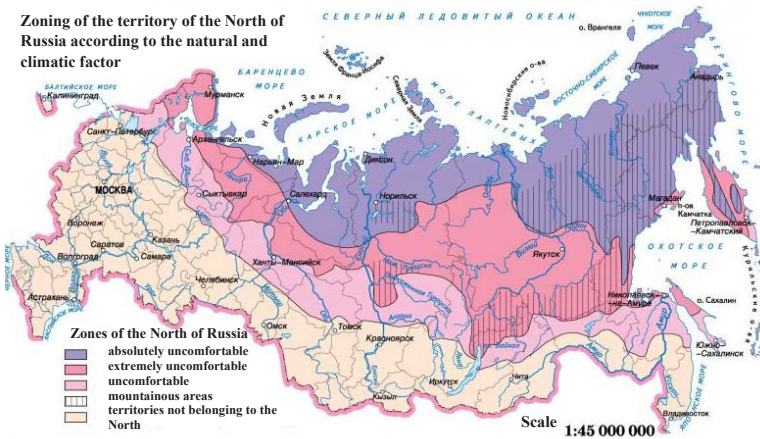
At the same time, the increasing risks of deviating the planned route trajectories of traffic, laboriousness of finding optimal options due to occurrence of contingencies create additional considerable difficulties in introduction of mathematical methods for planning transportation, raise increased requirements for their regulation and tactical flexibility in making managerial decisions. Judging by a number of factors, optimal decisions are only possible with the competent and technically provided use of automated control systems of the transport process [5, 15].

#### Development of an automated navigation system

Automated navigation system for monitoring, dispatching control and accounting of road transport in the North of the Russian Federation is a distributed system in its structure, provides monitoring and dispatch control of dedicated facilities and transport [6–8]. The system is based on the principles of unification of its main functional modules and standardized approaches to implementation of basic functions of dispatching control – both transport processes and elements of transport and information service of technological processes. As they are unified for different modes of transport, the systems differ from each other depending on the characteristics of transport technology, but this does not reduce the importance of their basic (standardized) technological components at different levels of information processing in automated systems [9–13].

The technology of development of the transportation process depends on the parameters and characteristics of the transported objects, the traffic schedule, and also on

**Zoning of the territory of the North of Russia according to the natural and climatic factor**



**Pic. 1. The territory of the North of Russia.**

developed route. The use of modern information technologies contributes to development of the structure of the relations of the participants in the transportation process, accumulation of information on transportation, increase in the parameters of development of equipment involved in the transport (production) program [16–20].

The development of information technologies in road transport, based on the use of controllers, computer equipment, microelectronics, satellite navigation, geoinformatics, implements the possibility of creating systems for operational control and management of road transport within the transportation process. The use of information technology and telematic tools implies the use of a complex of hardware and software, including those belonging to satellite navigation. Together, they allow to significantly improve planning, control, regulation, and the quality of service during transportation [2].

Improvement of systems and methods of dispatcher tracking of rolling stock and vehicle fleet operation is one of the most important reserves for increasing the efficiency of transport vehicles' [21–23].

The developed set of procedures within the distributed monitoring system is considered as an organizational, technological and technical activity whose purpose is to introduce methods of objective instrumental control of the transportation process using means and technologies of transport telematics, satellite navigation, mobile and radio communication [3, 17].

The main objectives of creating an automated satellite navigation system for supporting road transport in the northern regions of the Russian Federation are:

- improving the quality of performance of the planned traffic of transport vehicles (TV), improving transport services for construction sites and infrastructure (monitoring indicators such as safety, accuracy, etc.);
- ensuring the efficiency of use of various types of transport vehicles (TV), increasing labor productivity and production culture, reducing direct costs in production;
- improving safety of the transportation process through information support for emergency response;
- prompt information of representatives of the operating enterprise, local control bodies, as well as bodies and structures controlling the transportation process;
- increasing the efficiency of the dispatching services by automating manual procedures and using modern telecommunication technologies;
- improving safety of drivers, transported goods and TV themselves;
- complex information and diagnosis on the status of all monitored parameters read from TV board;
- operational interaction with road repair companies and emergency data transfer when traffic obstacles are detected on the roadway;

- call for technical assistance to vehicles as soon as possible in case of a malfunction on board of a TV.

**Dispatch control functions**

The technology of dispatching support and control of the transportation process is realized in full, while automation [9–11] is required for:

- current planning, ensuring that the features of the transportation process are taken into account;
- information support and instrumental recording of transport work, regardless of the type of vehicles and the object of transportation;
- analysis and control of movement due to tools for locating transport units, communication equipment and software and hardware visualization on maps of regions displayed on the monitor screen;
- operational communication with drivers – voice and text messaging;
- simplified call for technical assistance at the expense of communication facilities installed in a location accessible to a driver;
- operational analysis based on computing and software, which displays information on the level of performance of the transport operation (including control of the elements of the traffic schedule) and facilitates the operational control of traffic;
- technical means of visualization accessible to consumers, as well as other mechanisms for obtaining information on actual traffic;
- transfer of the characteristics read by the telematics equipment installed on board of a vehicle in order to ensure the maximum level of tracking of the parameters of the transported objects.

To illustrate the display of the information exchange function Pic. 2 shows a scheme of information exchange.

Automated navigation system for accounting and control of road transport ensures implementation of related tasks and functions, the main of which [13] are summarized in this chapter.

a) Automated monitoring and control of the transportation process with minimal staff involvement, including:

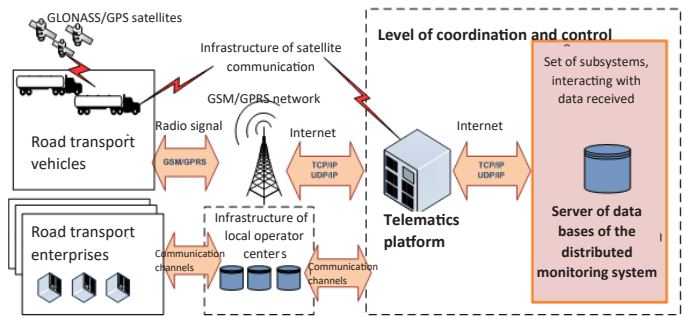
- control of planned and unscheduled traffic of vehicles on the road transport network, automatic reporting of deviations from the plan;
- managerial interventions of system dispatchers who control and manage the movement of road transport in an interactive mode with a computer system;
- processing and output of operational information on work of individual TV, units, trucking enterprises in general.

b) Dispatch control and regulation of the cargo transportation process.





**Pic. 2. The scheme of information exchange of the navigation system of accounting and control of the operation of transport vehicles.**



c) Providing information exchange of data with the TV of enterprises both in the process of performing the task, and in case of emergency situations.

The function of collecting and transmitting information is carried out by means of telematics, with which the TV of enterprises are equipped. While traveling along the routes, the on-board navigation and communication equipment performs the process of transmitting data on the geographic location of the vehicle. Operational reports are formed on the basis of information exchange by means of the global navigation satellite system (GLONASS/GPS) and on-board navigation and communication equipment [7, 19]. The obtained TV coordinates are automatically stored in the receiver's non-volatile memory and transmitted to the local operator centers of the regional branches by using various communication channels (satellite communication, GSM, VHF radio communication, etc.).

In the process of forming an array of information received by local operator centers, primary processing is performed in accordance with established systemic procedures. Information exchange is supported by modern means of communication, which ensure a high data transfer rate. At the same time, the telematics server is the main element of the telematic platform in the process of collecting and transmitting information. Universal architecture in combination with simple algorithms and high throughput of the telematics server allow connecting to the system up to several thousand subscriber terminals without a noticeable decrease in system performance in general. To increase reliability of the system, data streams can be duplicated to another similar server that performs backup functions [18, 20].

d) Formation and issuance of reporting and analytical forms.

e) Creation of archives of long-term storage of data with daily archiving of navigational information, orders, protocols of actions of dispatchers and drivers (control actions, reports, negotiations, etc.).

f) Calculation of indicators and formation of current and cumulative databases for implementation of planned tasks and accounting for the performed transport work.

g) Formation of shift-daily assignments for transportation.

h) Determination of TV location.

On the electronic map in real time dispatching services should determine location of their vehicles with a certain accuracy and discreteness of data transmission, sufficient for effective monitoring of traffic [6, 7].

i) Operational planning of transport work of motor vehicles.

j) Accounting and control of TV traffic.

The implementation of these functions is carried out in the system on the basis of regular retrieval of location of the monitored vehicles through the signals of global satellite navigation GLONASS or GLONASS / GPS.

k) Fixing, preliminary processing and storage of navigation data coming from controlled vehicles:

- number of the object of the radio station, from which the navigation mark was received;
- geographical latitude and longitude of the object;
- world time in which navigation data were defined;
- speed of the object;
- azimuth of motion (position relative to the cardinal points);
- sign of reliability of a mark.

Each navigation mark is stored in the internal buffer before being transferred to the system database. In addition, the server maintains a log of received marks for each radio station and, in case of omissions (unread marks), requests them again.

l) Archiving of the main events in the system based on satellite navigation data processing.

**Conclusion.** Taking for the ground the analysis of modern approaches to ensuring the efficiency of transport processes in the Far North and areas similar to them, it can be concluded that the software and hardware of a typical automated navigation dispatch system for vehicles can lead to a reduction in the use of «manual operations» by dispatch personnel and maximum automation of operational cargo transportation management. In this case, there is a need to justify further steps for improving the functions and operations of the dispatching personnel, which are directly related to development of mathematical models and methods for processing navigational data.

Methods of monitoring the transportation process, determining the location of motor vehicles in space and time, which will increase the efficiency of transport work, save government and human resources are proposed. In particular, the possibilities of using telecommunications in the North are considered, which are quite feasible for implementing on the basis of coordinate-time and navigation support with the help of global navigation satellite systems, geographic information systems, means and technologies of transport telematics.

## REFERENCES

1. Filippova, N. A., Belyaev, V. M. Informational support of the transportation process of a multimodal system [Informatsionnoe obespechenie perevozhnogo protessa multimodalnoi sistemy]. *Nauka Krasnoyariya*, 2015, Iss. 1, pp. 8–25.
2. Filippova, N. A., Belyaev, V. M., Shilimov, M. V., Koshkarev, P. P., Odinkova, I. V. The Analytical Test of Methodological Approaches to the Increasing the Level of Automation of the Basic Functions of the Car Dispatching of the Cargo Delivery to Northern Regions of the Russian Federation. *International Journal of Applied Engineering Research (IJAER)*. Volume 12, Number 21 (2017) / 2017.
3. Belyaev, V. M., Filippova, N. A. Fundamentals of transport system organization in northern regions. *World of Transport and Transportation*, Vol.15, 2017, Iss. 1, pp. 162–167.

4. Filippova, N. A. Methodology of organization and functioning of cargo delivery systems in the northern regions: Monograph [*Metodologiya organizatsii i funktsionirovaniya sistem dostavki gruzov v severnie region: Monografiya*]. Moscow, Tehpoligraphsentr, 2015, 208 p.
5. Filippova, N. A., Belyaev, V. M. Analysis of the process of management of northern deliveries in modern market conditions [*Analiz protsessa upravleniya severnym zavozom v sovremennyh rynochnykh usloviyah*]. *Gruzovoe i passazhirskoe avtohozyaistvo*, 2010, Iss. 9, pp. 17–20.
6. Vlasov, V. M., Ivanov, A. M., Zhankaziev, S. V. Scientific approaches to formation of the concept of building ITS in Russia [*Nauchnie podhody k formirovaniyu kontseptsii postroeniya ITS v Rossii*]. *Avtotransportnoe predpriyatie*, 2010, Iss. 4, pp. 2–4.
7. Vlasov, V. M. Development of corporate dispatch control systems and provision of safe operation of ground vehicles on the basis of navigation receivers GLONASS/GPS [*Razvitie korporativnykh sistem dispetcherskogo upravleniya i obespecheniya bezopasnogo funktsionirovaniya nazemnykh transportnykh sredstv na baze navigatsionnykh priemnikov GLONASS/GPS*]. *Avtotransportnoe predpriyatie*, 2008, Iss. 6, pp. 2–5.
8. Vlasov, V. M., Zhankaziev, S. V. Scientific approaches to formation of the state strategy for development of intelligent transport systems [*Nauchnie podhody k formirovaniyu gosudarstvennoi strategii razvitiya intellektualnykh transportnykh sistem*]. *Avtotransportnoe predpriyatie*, 2010, Iss. 7, pp. 2–10.
9. Vlasov, V. M., Efimenko, D. B., Bogumil, V. N. Information technologies in road transport: Textbook [*Informatsionnye tehnologii na avtomobilnom transporte: Uchebnik*]. Moscow, Academia publ., 2014, 256 p.
10. Vlasov, V. M., Maktas, B. Ya., Bogumil, V. N., Konin, I. V. Application of digital infrastructure and telematic systems on urban passenger transport: study guide [*Primenenie tsifrovoi infrastruktury i telematicheskikh siste na gorodskom passazhirskom transporte: Ucheb. posobie*]. Moscow, Infra-M publ., 2017, 184 p.
11. Vlasov, V. M., Bogumil, V. N., Efimenko, D. B. Wireless technologies in road transport. Global Navigation and vehicle location identification. Textbook [*Besprovodnie tehnologii na avtomobilnom transporte. Globalnaya navigatsiya i opredelenie mestopolozheniya transportnykh sredstv: uchebnik*]. Moscow, Infra-M publ., 2018, 352 p.
12. Bogumil, V. N., Zhankaziev, S. V., Efimenko, D. B. Telematic systems of dispatching traffic control of motor transport, as a part of ITS of a metropolis [*Telematicheskie sistemy dispetcherskogo upravleniya dvizheniem avtomobilnogo transporta kak chsti ITS megapolisa*]. 9<sup>th</sup> international scientific-practical conference «*Organization and safety of traffic in large cities*». St. Petersburg, 2010, pp. 115–120.
13. Efimenko, D. B., Ledovsky, A. A. Features of application of automated control systems for operation of freight transport [*Osobennosti primeneniya avtomatizirovannykh sistem kontrolya raboty gruzovogo transporta*]. *Vestnik MADI*, 2018, Iss. 2, pp. 116–123.
14. Filippova, N. A., Belyaev, V. M. Comparison of planning methods for cargo delivery to the Northern regions of the Russian Federation [*Sopostavlenie metodov planirovaniya dostavki gruzov v Severnie region RF*]. *Logistika*, 2016, Iss. 11, pp. 22–27.
15. Filippova, N. A., Belyaev, V. M. Adaptive mathematical model for cargo delivery optimization in the conditions of the North [*Adaptivnaya matematicheskaya model dlya optimizatsii zavoza gruzov v usloviyah Severa*]. *Gruzovoe i passazhirskoe avtohozyaistvo*, 2013, Iss. 11, pp. 17–20.
16. Vlasov, V. M., Prikhodko, V. M., Zhankaziev, S. V., Ivanov, A. M. Intelligent transport systems in the automotive-road complex [*Intellektualnie transportnie sistemy v avtomobilno-dorozhnom komplekse*]. Moscow, LLC Mailer publ., 2011, 487 p.
17. Gubanov, A. I., Nikolaev, A. B., Ostroukh, A. V., Efimenko, D. B. Automated navigation system for dispatch control and accounting of transport of oil-producing enterprises [*Avtomatizirovannaya navigatsionnaya sistema dispetcherskogo kontrolya i ucheta raboty transporta neftedobyvayushchih predpriyatii*]. *Molodoi ucheniy*, 2011, Iss. 4, pp. 18–21 [Electronic resource]: <https://moluch.ru/archive/27/3093/>. Last accessed 22.07.2018.
18. Technology of Monitoring and Control Algorithm Design for Earth-Moving Machine / Efimenko, D. B., Maksimych, O. I., Ostroukh, A. V., Zbavitel, P. Yu., Ivakhnenko, A. M., Karelina, M. Y. *International Journal of Applied Engineering Research*, 2016, Vol. 11, No. 9, pp. 6430–6434.
19. Efimenko, D., Ostroukh, A., Nuruev, Ya., Zhankaziev, S., Moroz, D. Automated dispatching control system of the mobile concrete batching plants. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2016, Vol. 11, No. 11, pp. 6733–6737.
20. Bogumil, V., Efimenko, D. Urban Transport Dispatch Control System Helps to Increase Intelligent Transport Systems Effectiveness. Proceedings of the 11<sup>th</sup> European transport congress, Prague, September 19–20, 2013, pp. 20–25.
21. Bhour, N., Balbo, F., Pinson, S. An agent-based computational approach for urban traffic regulation. *Artifical Intelligence*, 2012, pp. 139–147, DOI: 10.1007/s13748–012–0011–0.
22. Kammoun, H. M., Kallel, I., Casillas, J., Abraham, A. and Alimi, M. A. Adapt-Traf: An adaptive multiagent road traffic management system based on hybrid ant-hierarchical fuzzy model. *Transportation Research*, Part C42, 2014, pp. 147–167.
23. Qian Runhua, Cong Hua, Zhao Ruiling, Li Yuanxing. Design Scheme of Public Transport Comprehensive Dispatching MIS based on MAS. 13<sup>th</sup> COTA International Conference of Transportation Professionals (CICTP 2013).
24. Tlig, M., Bhour, N. A Multi-Agent System for Urban Traffic and Buses Regularity Control, *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2011, Iss. 20, pp. 896–905.
25. Efimenko, D. B., Filatov, S. A., Sergeev, S. V., Vasilenkov, R. V. Improvement of information support for management of freight transportation by road transport [*Sovershenstvovanie informatsionnogo obespecheniya protsessov upravleniya gruzovymi perevozkami avtomobilnykh transportom*]. *V mire nauchnykh otkrytii*, 2015, Iss. 6, pp. 261–269.
26. Efimenko, D. B., Terentev, A. V., Karelina, M. Yu. Methods of regionalization as methods of optimization of motor transport processes [*Metody raionirovaniya kak metody optimizatsii avtotransportnykh protsessov*]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*, 2017, Iss. 6, pp. 291–294. ●

Information about the authors:

**Filippova, Nadezhda A.** – Ph.D. (Eng), associate professor of Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Moscow, Russia, [umen@bk.ru](mailto:umen@bk.ru).

**Efimenko, Dmitry B.** – D.Sc. (Eng), associate professor of Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Moscow, Russia, [ed2002@mail.ru](mailto:ed2002@mail.ru).

**Ledovsky, Alexander A.** – external Ph.D. student of the department of transport telematics of Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Moscow, Russia, [ledovalexander@gmail.com](mailto:ledovalexander@gmail.com).

Article received 23.07.2018, accepted 30.08.2018.

