

# Навигационный контроль доставки грузов в условиях севера России



Надежда ФИЛИППОВА



Владимир ВЛАСОВ



Владимир БЕЛЯЕВ

**Филиппова Надежда Анатольевна** — Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия.

**Власов Владимир Михайлович** — Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия.

**Беляев Владимир Михайлович** — Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия\*.

Для обустройства северных территорий, обеспечения нормальной жизни работающих там людей необходимы в значительных количествах строительные материалы, топливо, машины, оборудование, продовольственные и другие товары, значительную часть которых необходимо завозить на эти территории.

Особенность процессов перевозки грузов на Север автомобильным транспортом заключается в том, что большая часть процесса перевозки выполняется по временным автомобильным дорогам – автозимникам [1, 2]. В отличие от постоянных автомобильных дорог с твердым покрытием, имеющих соответствующие элементы инфраструктуры содержания проезжей части, автозимники имеют трассу движения, представляющую очищенную от снега полосу, не имеющую специально подготовленных слоев дорожной одежды. Трасса имеет временные ориентиры [3, 4]. Однако, в условиях непогоды, резких изменений температурного режима трассу можно «потерять», что отрицательно влияет на надёжность и безопасность процессов перевозки.

Средства геоинформатики позволяют создать виртуальную пространственную модель временной автомобильной дороги, которая может быть отражена на электронной карте [5–7]. Средства спутниковой навигации формируют актуальные навигационные данные, которые средствами геоинформатики «привязываются» к трассе маршрута.

Актуальное местоположение транспортного средства на трассе автозимника может быть отображено с помощью электронной карты местности на экране дисплея бортового телематического блока [8–10].

Целью статьи является рассмотрение основных задач, которые решаются системой диспетчерского управления при контроле движения автомобильных транспортных средств по временным автомобильным дорогам – автозимникам.

С использованием математических методов анализа и планирования перевозок автомобильным транспортом разработана методическая основа для повышения уровня автоматизации базовых функций диспетчерского управления перевозкой грузов автомобильным транспортом в смешанном мультимодальном сообщении на основе использования информации, формируемой глобальной навигационной системой ГЛОНАСС. Показано, что использование средств геоинформатики, мобильной связи и спутниковой навигации позволит значительно повысить надёжность и безопасность процессов перевозки грузов в условиях Севера России. По оценкам специалистов использование предложенной методологии позволяет сократить время на обработку грузов в среднем на 30 % и время принятия решений – на 50 %, а также увеличить эффективность использования авто-транспортных средств за счёт сокращения на 95 % числа сходов автомобилей с планируемого маршрута.

**Ключевые слова:** транспорт, автомобильный транспорт, геоинформатика, спутниковая навигация, пространственная цифровая модель маршрута, грузы Северного завоза, временные автомобильные дороги.

\*Информация об авторах:

**Филиппова Надежда Анатольевна** – кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильных перевозок Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), Москва, Россия, madizp@mail.ru.

**Власов Владимир Михайлович** – доктор технических наук, заведующий кафедрой транспортной телематики Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), Москва, Россия, ttr\_madi@inbox.ru

**Беляев Владимир Михайлович** – доктор технических наук, профессор кафедры менеджмента Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), Москва, Россия, belyaev-v@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 17.07.2019, принята к публикации 30.08.2019.

For the English text of the article please see p. 225.

## ВВЕДЕНИЕ

Транспорт является одним из решающих факторов успешного развития производительных сил, разведки и добычи полезных ископаемых, обеспечения жизнедеятельности в северных районах стран, часть территории которых расположена за Полярным кругом.

На территории Крайнего Севера России транспортная сеть в основном остаётся сезонной (водные пути, автозимники). Доступность данных транспортных путей в значительной степени зависит от природно-климатических условий.

В настоящее время более половины протяжённости дорожной сети северных районов нового освоения составляют автозимники. Значительные трудозатраты на их сезонное создание и содержание приводят к тому, что себестоимость автоперевозок по зимникам выше на 70 %, нежели по автодорогам III–IV класса.

Применение технологий интеллектуальных транспортных систем (ИТС) в районах Крайнего Севера и местностях, приравненных к ним, обеспечит возможность прогнозирования состояния временных транспортных путей, мониторинг процессов перевозки грузов, контроль состояния перевозочного процесса, интеграцию транспортно-логистической информации и доступ к ней в любой временной период всем участникам транспортного процесса. Это позволит повысить эффективность и безопасность процесса доставки грузов в Северные регионы.

Перевозка по ледовой переправе и автозимнику требует повышенного внимания со стороны всех участников движения. Практическое использование автозимников в условиях непогоды повышает уровень риска при перевозке. Для увеличения безопасности движения и с целью повышения технико-эксплуатационных показателей необходимо использовать систему «ЭРА-ГЛОНАСС». Транспортные средства, выпускаемые в России после 2017 года, должны оборудоваться системой экстренного реагирования «ЭРА-ГЛОНАСС» [8], основное назначение которой — автоматическое формирование и передача сигнала в службу «112» при возникновении аварии. С этой целью транспортное средство оборудуется специальным мобильным блоком связи

навигации, который при аварии определяет степень тяжести аварии, местоположение транспортного средства и передаёт сигнал бедствия через любого сотового оператора, чей сигнал в данном месте будет самым сильным. Бортовой блок включает кнопку сигнала бедствия, которую водитель может нажать в экстренном случае для вызова оператора системы «ЭРА-ГЛОНАСС» вручную.

На предприятиях грузового автомобильного транспорта современные технологии спутниковой связи и навигации должны внедряться в рамках автоматизированной навигационной системы диспетчерского управления и контроля движения транспортных средств. Каждое транспортное средство предприятия должно быть оборудовано набором телематических устройств.

Целью статьи является рассмотрение основных задач, которые решаются системой диспетчерского управления при контроле за перевозкой грузов транспортными средствами по временным автомобильным дорогам — автозимникам. В этой связи, в частности, рассматриваются вопросы разработки пространственной модели временной автомобильной дороги (автозимника).

### Определение расстояния, пройденного грузовым автомобильным транспортом на маршруте, с помощью цифровой модели

Автоматический контроль плана выполнения перевозок грузов по маршруту осуществляется на основе использования «функции расстояния», которая для заданного момента времени определяет расстояние, пройденное контролируемым транспортным средством от начального пункта маршрута [11, 12].

В общем виде функция расстояния записывается следующим образом:

$$S = \int (\varphi(t), \psi(t), dt), \quad (1)$$

где  $t$  — момент времени, в который определяется значение функции расстояния;

$(\varphi(t), \psi(t))$  — координаты точки модели, к которой привязалась текущая навигационная отметка в момент времени  $t$ .

На практике цифровая модель маршрута реализуется с использованием кусочно-ломанной функции, моделирующей участки маршрута. В этом случае функция рас-



стояния использует таблицу расстояний маршрута с записями следующей структуры: «Номер отрезка цифровой модели», «Длина отрезка, м». Расстояние от начала маршрута (длина пройденного пути)  $S$  рассчитывается следующим образом.

1. Если навигационная отметка привязалась к точке, являющейся концом  $n$ -го отрезка, то пройденное расстояние рассчитывается по формуле:

$$S(t) = \sum_{i=1}^n l_i, \quad (2)$$

где  $l_i$  — длина  $i$ -го отрезка модели, м.

Если текущая навигационная отметка, полученная в момент времени  $t$ , привязалась к точке, являющейся промежуточной точкой  $n$ -го отрезка с координатами  $(\varphi(t), \psi(t))$ , то пройденное расстояние рассчитывается по формуле:

$$S(t) = \sum_{i=1}^{n-1} l_i + S_n(t), \quad (3)$$

где  $l_i$  — длина  $i$ -го отрезка модели, м;

$S_n(t)$  — декартово расстояние от начала  $n$ -го отрезка до точки модели с координатами  $(\varphi(t), \psi(t))$ , к которой привязалась навигационная отметка, полученная в момент времени  $t$ , м.

Величина  $S_n(t)$  определяется по формуле:

$$S_n(t) = \sqrt{(c_\varphi(\varphi_n - \varphi(t))^2 + (c_\psi(\psi_n - \psi(t)))^2}, \quad (4)$$

где  $(\varphi(t), \psi(t))$  — координаты точки модели, к которой привязалась текущая навигационная отметка в момент времени  $t$ ;

$(\varphi_n, \psi_n)$  — координаты точки начала  $n$ -го отрезка;

$C_\varphi$  — коэффициент перевода градусной меры широты в метрическую;

$C_\psi$  — коэффициент перевода градусной меры долготы в метрическую.

Подставляя выражение (4) в (3) получим:

$$S(t) = \sum_{i=1}^{n-1} l_i + \sqrt{(c_\varphi(\varphi_n - \varphi(t))^2 + (c_\psi(\psi_n - \psi(t)))^2}. \quad (5)$$

#### Оценка величины отклонения запланированного времени движения транспортного средства в произвольный момент времени и контроль величины отклонения диспетчерской системой

Оценка величины отклонения перевозки грузов автомобильным транспортом от запланированного времени движения в произвольный момент времени производится автоматически на основании срав-

нения планового и фактического местоположения транспортного средства на маршруте в данный момент времени. Плановое местоположение транспортного средства определяется на основании информации с контрольных точек движения, в соответствии с чем для каждой контрольной точки на маршруте в каждой перевозке имеется плановое время её прохождения.

Рассмотрим для упрощения расчётов случай, когда транспортное средство находится между контрольными точками маршрута с номерами  $i$  и  $(i + 1)$ . При этом его местоположение по плану также соответствует расстоянию между контрольными точками с номерами  $i$  и  $(i + 1)$ . Пусть  $t_{p(i)}, t_{p(i+1)}$  — плановые времена прохождения контрольных точек  $i$  и  $(i + 1)$ . Пусть  $l_i, l_{(i+1)}$  — расстояние от начала маршрута до контрольной точки с номерами  $i$  и  $(i + 1)$  соответственно. Тогда величина  $S^p(t)$  — плановое расстояние от начала маршрута в момент времени  $t$ , попадающий в интервал времени  $[t_{p(i)}, t_{p(i+1)}]$ , определится по формуле:

$$S^p(t) = \sum_{i=1}^{n-1} l_i + S_n^p(t), \quad (6)$$

где  $l_i$  — длина  $i$ -го отрезка модели, м;

$S_n^p(t)$  — декартово расстояние от начала  $n$ -го отрезка до точки модели, соответствующей местоположению в плановый момент времени  $t$ , м.

Плановая средняя скорость  $V_{cp}$  на участке маршрута между остановками с номерами  $i$  и  $(i + 1)$  определится из выражения:

$$V_{cp} = \frac{[l_{(i+1)} - l_i]}{[t_{p(i+1)} - t_{p(i)}]}. \quad (7)$$

Тогда значение  $S_n^p(t)$  можно рассчитать по формуле:

$$S_n^p(t) = \frac{[l_{(i+1)} - l_i]}{[t_{p(i+1)} - t_{p(i)}]} \cdot [t - t_{p(i)}]. \quad (8)$$

Первый член (дробь) в формуле (8) определяет плановую среднюю скорость движения между контрольными точками с номерами  $i$  и  $(i + 1)$ . Второй член (разность) определяет плановое время, прошедшее с момента прохождения контрольной точки с номером  $i$  до текущего момента времени  $t$ . Подставляя выражение (8) в (6), получим:

$$S^p(t) = \sum_{i=1}^{n-1} l_i + \frac{[l_{p(i+1)} - l_{p(i)}]}{[t_{p(i+1)} - t_{p(i)}]} \cdot [t - t_{p(i)}]. \quad (9)$$

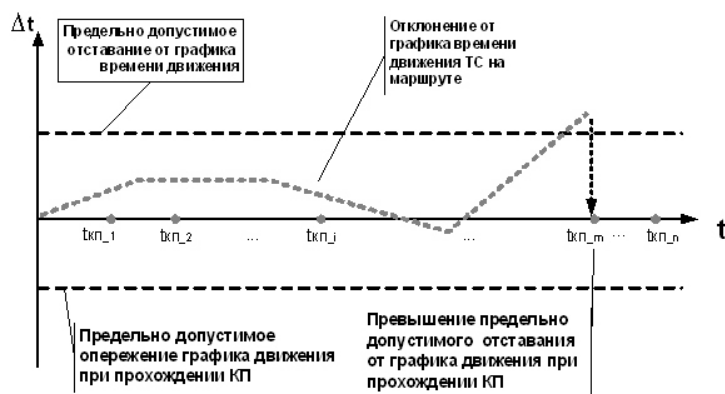


Рис. 1. Схема контроля движения транспортного средства на маршруте

Рассмотрим случай, когда и плановое, и фактическое местоположение транспортного средства принадлежат одному отрезку между контрольными точками с номерами  $i$  и  $(i + 1)$ .

Разница  $\Delta S$  между фактическим и плановым расстоянием в момент времени  $t$  определится по формуле:

$$\Delta S = S(t) - S^p(t). \quad (10)$$

Отклонение по времени  $\Delta t$  движения грузового автомобильного транспорта определится из выражения:

$$\Delta t = \frac{|S(t) - S^p(t)|}{V_{cp}}. \quad (11)$$

Отклонение по времени равно абсолютной величине разницы планового и фактического пройденного расстояния в момент времени  $t$ , делённого на среднюю скорость. В целях диспетчерского управления можно рассматривать величину  $\Delta$  со знаком. Если фактически пройденное расстояние в момент времени  $t$  окажется больше планового расстояния, то движение транспортного средства осуществляется со средней скоростью выше запланированной. В этом случае величина  $\Delta t$  окажется положительной. Если фактически пройденное расстояние в момент времени  $t$  окажется меньше планового расстояния, то имеет место

«отставание», т.е. движение со средней скоростью ниже запланированной. В этом случае величина  $\Delta t$  окажется отрицательной. Подставляя вместо  $S(t)$ ,  $V_{cp}$ ,  $S^p(t)$  их выражения из формул (5), (7), (9) и проводя преобразования, получим (12).

На рис. 1 схематически отображена автоматическая система контроля графика движения транспортного средства на маршруте.

Описанная выше модель позволяет системе постоянно и автоматически отслеживать величину  $\Delta t$ . При этом технолог системы задаёт предельно допустимые значения величины  $\Delta t$ , при превышении которых система формирует сигнал диспетчеру о необходимости проведения регулирующих воздействий с целью возврата процесса перевозок к плановому состоянию или, если это невозможно, с целью уменьшения отрицательных последствий допущенного нарушения. На рисунке графически отображён процесс увеличения отклонения движения ТС от запланированного времени и момент времени, при котором зафиксирован факт достижения предельно допустимой величины отклонения, что в условиях Севера может быть небезопасно для водителя транспортного средства.

$$\Delta t = \frac{\sqrt{(c_\phi(\phi_n - \phi(t))^2 + (c_\psi(\psi_n - \psi(t))^2) - \frac{[l_{p(i+1)} - l_{p(i)}]}{[t_{p(i+1)} - t_{p(i)}]} \cdot [t - t_{p(i+1)}]}}{\frac{[l_{p(i+1)} - l_{p(i)}]}{[t_{p(i+1)} - t_{p(i)}]}}. \quad (12)$$



## Оценка плана перевозки грузов автомобильным транспортом между контрольными точками

Оценка плана перевозки грузов автомобильным транспортом между контрольными точками основана на сравнении планового и фактического времени прохождения транспортным средством контрольных пунктов маршрута, отмеченных специалистами по организации перевозок для контроля, безопасности и надёжности перевозок грузов. В качестве контрольных пунктов на маршруте в системе обязательно указываются начальный и конечный пункты, а также один, два или три промежуточных контрольных пункта в зависимости от длины маршрута. С целью автоматической оценки плана перевозки грузов автомобильным транспортом для каждого контрольного пункта указывается предельно допустимая величина отклонения от запланированного времени ( $+\Delta t_{пр}$ ) и отставания ( $-\Delta t_{пр}$ ). Если фактическая величина отклонения, допущенная при прохождении контрольного пункта, укладывается в интервал  $[-\Delta t_{пр}, +\Delta t_{пр}]$ , то система автоматически засчитывает факт запланированного прохождения контрольного пункта. При этом фактическое время прохождения контрольного пункта определяется следующим образом. Для каждого контрольного пункта определяется и математически описывается некоторая пространственная зона, включающая местоположение контрольного пункта, которая называется «зона влияния контрольного пункта». Если навигационные отметки, поступающие от транспортного средства, привязываются к зоне контрольного пункта, считается, что транспортное средство находится на соответствующем контрольном пункте. Правила, по которым система автоматически определяет фактическое время прохождения контрольного пункта, формулируются следующим образом:

1) если контрольный пункт является начальным пунктом маршрута, то фактическое время начала маршрута засчитывается системой по времени формирования последней навигационной отметки, поступившей от транспортного средства, находящегося в пределах зоны первого контрольного пункта — начального пункта на маршруте;

2) если контрольный пункт является заключительным пунктом маршрута, то фактическое время окончания маршрута засчитывается по времени формирования первой отметки, поступившей из зоны последнего контрольного пункта — заключительного пункта на маршруте;

3) если контрольный пункт является промежуточным пунктом на маршруте, то фактическое время прохождения промежуточного контрольного пункта засчитывается по времени формирования навигационной отметки из зоны промежуточного контрольного пункта, которое оказалось максимально близким или совпало с плановым временем прохождения данного контрольного пункта на маршруте.

С целью организации автоматической оценки плановой перевозки грузов технолог системы указывает, какое количество контрольных пунктов на маршруте должно пройти без сбоев (т.е. не превышая заданных предельных отклонений от планового маршрута), чтобы маршрут целиком засчитывался как запланированный. Обычно допускается прохождение не более одного контрольного пункта на маршруте с превышением предельно допустимого отклонения при увеличении времени или при отставании, чтобы маршрут был засчитан системой как запланированный. Например, если для маршрута определены пять контрольных пунктов, то технолог может указать значение «четыре контрольных пункта» для зачёта запланированного прохождения маршрута. При этом для системы не имеет значения, какой пункт из пяти будет пройден незапланированно. Если транспортное средство проходит не менее чем указанное технологом число контрольных пунктов на маршруте, то перевозка автоматически засчитывается в системе как запланированная. Иначе перевозка засчитывается как незапланированная.

### Цифровая модель автозимника

Объекты цифровой модели временного маршрута — автозимника следующие:

1) Трасса, включает:

1.1) Цифровое описание пространственной модели трассы.

1.2) Семантическое описание специфических участков (переправа, опасные участки и т.д.).

1.2.1) Контрольные пункты (остановки).

1.2.2) Опасные участки с семантикой (опасные моменты, возникающие на маршруте).

2) Периоды времени (действие определённых опасностей с возможностью программной обработки данных ситуаций в различные периоды года или в различные периоды суток, или тогда и тогда).

3) Местоположение опасных пунктов и их протяжённость в описании характеристики движения.

Если ситуация на маршруте ухудшается, диспетчер передаёт оперативную обстановку водителю транспортного средства. Стандартные сообщения заранее программируются на случай всех возможных неблагоприятных ситуаций. При этом диспетчер выбирает нужное сообщение из списка и отправляет водителю с просьбой подтвердить принятие сообщения. Подтверждение сообщения обязательно, если диспетчер передаёт команду «Изменить маршрут». Диспетчер набирает короткий текст примерно 20 символов, который передаётся на бортовой навигационный терминал и отражается на экране терминала. На экране терминала отражается также время по часам системы [14, 15].

У водителя транспортного средства также есть заранее сформированные сообщения — вызов полиции, пожарников, скорой помощи, препятствие на маршруте, которые он может выбирать из списка и посылать диспетчеру вместо голосовой связи.

4) Семантическое и пространственное описание контрольных пунктов.

Семантическое и пространственное описание контрольных пунктов зависит от типа контрольного пункта.

При завершении оперативных суток в системе появляется информация о результатах перевозочного процесса. Информация доступна всем легитимным пользователям. Она может включать остатки объёмов грузов на складах, прогноз поступления грузов на день, неделю, месяц, время поступления прогнозируемых партий груза.

Формируется прогноз времени движения транспортных средств по контрольным пунктам маршрута, прогнозируется время доставки грузов потребителю.

## **Сравнение традиционных и предлагаемых принципов контроля движения транспортных средств на временных автомобильных дорогах (автозимников)**

1. Принципы контроля движения в традиционной системе управления:

1.1. Управление осуществляется только в определённые моменты времени (начала маршрута и конца маршрута).

1.2. Контроль осуществлялся только в конкретных точках (перевалочных пунктах).

2. Принципы контроля при использовании цифровой модели маршрута.

Внедрение навигационного оборудования и цифровой модели трассы позволяет:

1) Определять расстояние и время движения до очередного контрольного пункта.

2) Контролировать на каждом запланированном этапе между контрольными пунктами отклонение от графика движения с использованием функции, описывающей плановое расстояние от начальной точки маршрута как функции времени:  $F(l) = F(l, t)$ . Функция позволяет определять отклонение от графика движения — время задержки ( $T_z$ ).

## **Контроль текущего состояния перевалочного пункта — ключевого объекта транспортной инфраструктуры**

Цифровая модель каждого перевалочного пункта, в том числе терминала, может быть описана в терминах систем массового обслуживания. Это описание включает параметрическое описание отдельных объектов терминала (свободные площади, загрузка постов обслуживания, очереди транспортных средств в зоны обслуживания потоков различных грузов (навалочные, пакетированные, тарно-штучные, контейнерные, наливные, негабаритные и грузы большой массы и т.д.), очереди на обслуживание по классу и направлению). Формируется прогноз возникновения ситуации отказа от обслуживания из-за перегрузки мощностей (текущий приём заявок превышает плановый на оперативный день). В перспективе в системе должна сохраняться динамическая информация о состоянии терминала и прогнозироваться возможность перенаправления, перераспределения части грузов на другие терминалы.



С точки зрения основных функций терминала, планирование обслуживания входящего потока заявок осуществляется с использованием следующих исходных данных:

1. Прогноз времени прибытия грузов на терминал по суткам или часам.
2. Прогноз времени обслуживания (объём груза, время на обработку и т.д.).
3. Прогноз времени нахождения в очереди на обслуживание.
4. Прогноз загрузки рабочих зон по специализации (пункты обслуживания по специализации).

Исходные данные для прогноза:

$n$  — количество постов;

$n_1, n_2, \dots, n_n$  — количество постов по специализации;

$O$  — очереди на обслуживание;

$O_1(t), O_2(t), \dots, O_n(t)$  — очереди к постам по специализации

Параметры потоков заявок:

$P^1_1, P^1_2, \dots, P^1_n$  — количество заявок на следующий день к постам по специализации;

$P^2_1, P^2_2, \dots, P^2_n$  — количество заявок на второй день (от текущей даты) к постам по специализации;

$P^m_1, P^m_2, \dots, P^m_n$  — количество заявок на последующие дни (от текущей даты) к постам по специализации;

$m$  — горизонт прогноза в днях.

## ВЫВОДЫ

Разработанная методическая основа для повышения уровня автоматизации базовых функций диспетчерского управления перевозкой грузов автомобильным транспортом в смешанном мультимодальном сообщении на основе использования информации, формируемой глобальной навигационной системы ГЛОНАСС, позволяет по оценкам специалистов сократить, в среднем, время на обработку грузов на 30 % и время принятия решений на 50 %.

Разработанные новые подходы к формированию системы перевозки, повышающие эффективность использования автомобильного транспорта, работающего под контролем навигационных систем диспетчерского управления, позволяют также на 95 % сократить сходы автомобилей с запланированного маршрута.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Филиппова Н. А. Методология организации и функционирования систем доставки грузов в северные регионы: Монография / Под. ред. В. М. Беляева — М.: Издательство Техполиграфцентр, 2015. — 208 с.
2. Филиппова Н. А. Методы оценки эффективности транспортного обслуживания Восточно-Сибирского региона // Материалы докладов Всероссийской научно-практической конференции «Экологическая безопасность Восточно-Сибирского региона». — Иркутск, 2003. — С. 221–227.
3. Филиппова Н. А., Беляев В. М. Анализ процесса управления северным заводом в современных рыночных условиях // Грузовое и пассажирское автохозяйство. — 2010. — № 9. — С. 17–20.
4. 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.
5. Коноплянко В. И., Кочерга В. Г., Зырянов В. В. Использование навигационных спутниковых систем при управлении дорожным движением: Сб. трудов междунар. НТК «Современные проблемы дорожно-транспортного комплекса». — Ростов н/Д, 1998. — С. 108.
6. Ларин О. Н. Методология организации и функционирования транспортных систем регионов. — Челябинск: ЮУрГУ, 2007. — 206 с.
7. Свириденко С. С. Совершенствованные информационные технологии. — М.: Радио и связь, 1989. — 132 с.
8. ГОСТ Р 54620-2011 Глобальная навигационная спутниковая система. Система экстренного реагирования при авариях. Автомобильная система вызова экстренных оперативных служб. Общие технические требования. — М., 2011.
9. Омникomm. Комплексное решение. Доставка Just-in-time под контролем OMNICOmm [Электронный ресурс]: <https://www.omnicomm.ru/case/db-schenker/>. Доступ 17.07.2019.
10. Filippova N. A., Belyaev V. M., Shilimov M. V., Koshkarev P. P., Odnokova 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). — 2017. — Vol. 12. — No. 21. — pp. 11532–11535.
11. Efimenko D. B., Maksimychiev O. I., Ostroukh A. V., Zbavitel P. Yu., Ivakhnenko A. M., Karelina M. Y. Technology of Monitoring and Control Algorithm Design for Earth-Moving Machine // International Journal of Applied Engineering Research. — 2016. — Vol. 11. — No. 9. — pp. 6430–6434.
12. Bogumil V., Efimenko D. Urban Transport Dispatch Control System Helps to Increase Intelligent Transport Systems Effectiveness. — 11<sup>th</sup> European transport congress. — Prague. — September 19–20. — 2013. — pp. 20–25.
13. Баскин А. С., Москвин Г. И. Береговые системы управления движением судов. — М.: Транспорт, 1986. — 160 с.
14. Bogumil V. N., Kudryavtsev A. A., Duque-Sarango María José Analysis of the possibility of using telematics tools for the collection and processing of data on the dynamics of passenger traffic in the Bus Rapid Transit system (for example, Quito, Ecuador // The Revista Facultad de Ingeniería (Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia). — pp. 49–55.
15. Bogumil V., Vlasov V. Intelligent transportation systems for road users and public transport. — Saarbrücken. — LAP Lambert Academic Publishing. — 2015. — 153 p.