

УДК 621.396.6

С. Н. Гуреев, ОАО «Ижевский радиозавод»

П. Г. Кирьян, ОАО «Ижевский радиозавод»

Н. П. Кузнецов, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

В. В. Кулагин, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ «ГЛОНАСС/GPS» ДЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Приведены результаты экспериментальной отработки системы обеспечения безопасности автомобильных перевозок в России, основанной на использовании систем глобального позиционирования.

Ключевые слова: система глобального позиционирования «ГЛОНАСС», система контроля мобильных объектов, мониторинг и управление автомобильными перевозками.

На сегодняшний день остро стоит проблема обеспечения безопасности эксплуатации автодорожной транспортной сети России. В большинстве случаев невозможно с высокой точностью определить, где в определенный момент времени находится интересующее транспортное средство. Наиболее актуальна эта проблема при перевозке опасных и особо опасных грузов, которые обычно называются спецгрузами. При этом нештатная ситуация при таких перевозках подвергает риску жизни не только сопровождающих, но и обычных граждан, которые могут оказаться в непосредственной близости от эпицентра. Поэтому необходимо оперативно и адекватно реагировать на любые нештатные ситуации, которые могут возникнуть в пути следования транспорта с особым грузом.

Аналоговые УКВ-радиостанции, которыми оборудованы автомобили, являются не самыми надежными средствами при перевозке спецгрузов, так как зона покрытия является неравномерной. Кроме того, может влиять человеческий фактор, который иногда сам является причиной возникновения нештатных и чрезвычайных ситуаций ввиду недисциплинированности некоторых сотрудников или простого не выполнения нормативно-правовых требований и правил по перевозке спецгрузов. Поэтому при существующем оборудовании невозможно решать задачи по оперативному и автоматизированному контролю за транспортом.

Данные проблемы можно решить с помощью систем спутникового глобального позиционирования [1], например, с помощью системы «ГЛОНАСС» [2].

С этой целью на ОАО «Ижевский радиозавод» (далее – ОАО «ИРЗ») была разработана и в настоящее время серийно выпускается система, использующая для определения местоположения объекта спутниковые системы «ГЛОНАСС» (Россия) и GPS (США), что соответствует постановлению Правительства от 25 августа 2008г. № 641, указу Президента В. В. Путина № 638 от 17 мая 2007 г. об использовании отечественной глобальной навигационной

системы «ГЛОНАСС». По определению ГЛОНАСС является системой безопасности.

При разработке указанной системы был использован опыт ОАО «ИРЗ» в области разработок навигационной аппаратуры, потребителями которой являются Роскосмос, ОАО «РЖД», МВД РФ и др. В 2009 г. была проведена опытная эксплуатация системы контроля мобильных объектов (далее – СКМО), обеспечивающей непрерывный мониторинг транспортных средств в режиме реального времени.

Система контроля мобильных объектов предназначена для организации оперативного управления объектами по сотовому радиоканалу передачи данных формата GPRS. СКМО позволяет определять местоположение транспортного средства с точностью до 15 метров, передавать сигналы тревоги и телеметрическую информацию о транспортном средстве, а также записывать информацию о маршрутах следования транспортных средств.

СКМО обеспечивает отображение местоположения транспортного средства на экране компьютера диспетчерского центра на электронной карте в режиме реального времени. Расположение объекта обозначается пиктограммой на электронной карте. В отдельном окне отображается информация об объекте, включая данные с датчиков.

Основные функции системы можно условно разделить на три группы:

1. Функции мониторинга.
2. Функции управления.
3. Функции хранения информации и сопряжения с внешними информационными системами.

Функции мониторинга

– Автоматическое определение навигационных параметров объектов (географические координаты, скорость движения, азимут, высота над уровнем моря).

– Автоматическое определение состояния объектов по показаниям контрольных устройств (включение зажигания, открытие дверей, срабатывание сигнализации, работа навесного и дополнительного

оборудования, изменение температурного режима, уровень жидкостей в баках и цистернах и прочее).

– Автоматическая передача навигационной и прочей информации об объектах в диспетчерский центр при выполнении одного из условий: нажатие кнопки «Тревога», срабатывание любого из подключенных датчиков, прохождение транспортным средством определенного (заданного) расстояния, по истечении определенного (заданного) интервала времени. Периодичность передачи данных по времени и/или по расстоянию от мобильного терминала на диспетчерский центр может изменяться, как при техническом обслуживании аппаратуры, так и в оперативном режиме по команде от диспетчерского центра.

– Передача внеочередных сообщений о состоянии объекта в ответ на запрос от диспетчерского центра.

– Автоматическое занесение в энергонезависимую память терминала мобильного навигационных и телеметрических данных о состоянии объекта при пропадании каналов связи с последующей отправкой сохраненной информации на диспетчерский центр при восстановлении канала передачи данных.

– Автоматическое слежение за выполнением объектом маршрута или графика движения с подачей тревожного сообщения при отклонениях.

– Возможность выбора отдельных объектов для слежения за их перемещением и состоянием в режиме реального времени. Возможность назначения отслеживаемым объектам признака приоритета для отслеживания их в режиме реального времени в отдельных индивидуальных «окнах» диспетчерского центра.

– Отображение в графической форме местоположения и параметров объектов на электронных картах местности.

– Отображение данных о местоположении и состоянии объектов в текстовой форме в виде таблиц.

– Отображение внеочередных сообщений об изменении состояния на диспетчерских пунктах в виде тревожных окон с подачей предупреждающего сигнала.

Функции управления

– Формирование на электронных картах местности контрольных зон для отслеживания перемещений объектов.

– Контроль и анализ фактического пробега единиц транспортной техники за определенные промежутки времени.

– Передача команд диспетчера на исполнительные устройства транспортного средства (блокировка двигателя, включение аварийных сигналов, вызов водителя, управление дополнительным оборудованием).

– Двусторонняя голосовая связь между диспетчером и экипажами транспортных средств.

– Автоматическая запись в журнал событий всех действий, произведенных на диспетчерских пунктах.

Функции хранения информации и интеграции с внешними информационными системами

– Хранение информации в единой универсальной базе данных (MS SQL Server).

– Формирование графиков и отчетов в форматах MS Office.

– Обмен данными с пользовательскими информационными системами.

– Создание баз данных в формате пользовательских архивов.

Состав и принцип действия системы

По принципу построения система делится на две основные составляющие:

1. Бортовое оборудование транспортного средства – терминалы мобильные.

2. Диспетчерский центр – телематический сервер и программное обеспечение.

Бортовое оборудование транспортного средства

Объектами мониторинга в системе являются транспортные средства, оснащенные навигационно-связным оборудованием, контрольными и исполнительными устройствами, а также средствами текстовой и голосовой связи.

Навигационно-связное оборудование выполнено в виде компактных модулей – терминалов мобильных (рис. 1). Терминалы принимают и обрабатывают сигналы навигационных спутников, получают данные с датчиков о состоянии транспортного средства, обеспечивают связь с телематическим сервером, передают управляющие сигналы на исполнительные устройства.



Рис. 1. Терминал мобильный

Основные функции терминала мобильного:

– определение местоположения транспортного средства и немедленная передача в диспетчерский центр информации о местоположении с заданным интервалом по времени (в диапазоне 5...495 сек.);

– определение местоположения транспортного средства и немедленная передача в диспетчерский центр информации о местоположении при прохождении транспортным средством заданного расстояния (в диапазоне 50...4950 м);

– автоматический контроль прохождения предустановленных контрольных зон с различными вариантами реагирования при пересечении их границ (звуковое предупреждение, отображение в виде тревожных окон на АРМ диспетчера, автоматическая запись в журнал и др.);

– непрерывное вычисление пробега по сигналам навигационных спутников и автоматическая запись пробега транспортного средства в память прибора;

– 8 входов для подключения датчиков типа «сухой контакт» и «электронный ключ», контролирующих состояние транспортного средства, работу раз-

личного оборудования и специальных систем (включение зажигания, срабатывание сигнализации, открывание дверей, работа навесного оборудования, подъем кузова и др.);

– 8 входов для подключения аналоговых генераторных датчиков, контролирующих состояние транспортного средства, работу различного оборудования и специальных систем (топливного датчика для передачи текущего уровня топлива в баке, датчика расхода топлива для передачи информации о текущем расходе топлива в диспетчерский центр, до 8 датчиков температуры, датчика веса, датчика напряжения питания и др.);

– 4 выхода для подключения исполнительных устройств, активируемых дистанционно по команде с диспетчерского пункта (блокировка двигателя, подача звукового сигнала, управление дверными замками и др.);

– функция «черный ящик» – запись данных о местоположении объекта и состоянии датчиков в память прибора при потере сигнала сети передачи данных и последующая автоматическая передача записанной информации при восстановлении связи с диспетчерским пунктом (объем памяти «черного ящика» – 1 500 000 местоположений контролируемого объекта);

– функция «тревожная кнопка»;

– обеспечение голосовой связи с диспетчерским центром.

Таблица 1. Технические характеристики терминала мобильного

Габаритные размеры, мм	142 × 93 × 40
Вес, г	300
Материал корпуса	сталь
Диапазон напряжений питания, В	8...35
Максимальное энергопотребление в рабочем режиме, Вт	5
Диапазон рабочих температур, °С	–20...+85
Диапазон рабочих температур (по отдельному заказу), °С	–40...+85

В качестве навигационных узлов в терминале мобильном используются приемники ГЛОНАСС/GPS (рис. 2), позволяющие с высокой точностью определять координаты местонахождения и навигационные параметры (скорость, направление движения, высота над уровнем моря), используя сигналы навигационных спутников.

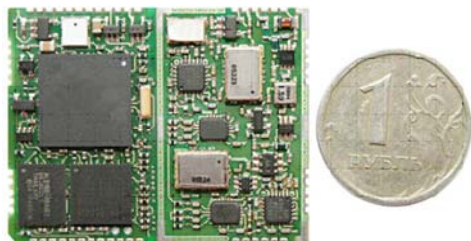


Рис. 2. Навигационный приемник ГЛОНАСС/GPS

Таблица 2. Технические характеристики приемника сигналов спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS

Режимы работы	ГЛОНАСС, GPS, ГЛОНАСС+GPS
Число каналов	16, 24
Рабочие частоты, МГц: – ГЛОНАСС L1 – GPS L1	1598,06-1608,75 1575,42
Темп определения навигационных параметров, Гц	1–10
Погрешность при определении местоположения, м: – в режиме ГЛОНАСС/GPS – при использовании режима дифференциальной коррекции	10 3
Погрешность при определении скорости, м/сек.	~ 0,1
Продолжительность определения координат, не более, сек.: – при «горячем старте» – при «теплом старте» – при «холодном старте»	5 35 40
Динамические условия эксплуатации: – скорость, км/ч – ускорение, g	до 1200 до 4

Приемо-передающие узлы терминала мобильного могут быть различных типов в зависимости от используемых сетей связи для обмена данными между объектами мониторинга и телематическим сервером: спутниковые («Инмарсат» стандарт D+, GlobalStar, Iridium), сотовые GSM/GPRS и CDMA, конвенциональные УКВ и ДМБ, транкинговые TETRA и др.

В разработанной системе в качестве связного оборудования в терминалах мобильных используется GSM/GPRS-модем.

Таблица 3. Технические характеристики GSM/GPRS-модема

Стандарт	GSM 900/1800/1900/850 МГц
Передача данных	GPRS class 10; SMS; GSM Data; e-mail
Потребляемая мощность	2W E-GSM radio section (3,6 В), 1W GSM1800 radio section (3,6 В)
Интерфейс SIM-карты	3V SIM interface

Для принятия спутниковых сигналов используется комбинированная антенна, характеристики которой приведены в табл. 4.

Таблица 4. Технические характеристики антенны ГЛОНАСС/GPS

Выходное сопротивление, Ом	50
Напряжение питания, В	3,3
Коэффициент направленного действия, dBi	3
Крепление	Магнитное или на кронштейнах

Контрольными устройствами на оборудованной навигационной аппаратуре техники служат различного типа датчики и измерительные устройства, подключаемые к терминалу мобильному: логические – контроль остановок, вход в определенные зоны, контроль допустимой скорости, подсчет пробега, счетчик моточасов и пр.; цифровые – датчики на открытие дверей, запуск двигателя, включение навесного оборудования и пр.; аналоговые – датчики температуры, веса, напряжения питания, уровня жидкости в баках или цистернах, тахометр и пр.

Исполнительные устройства подключаются к терминалу мобильному через слаботочные реле и служат для выполнения команд, подаваемых оператором с диспетчерского центра. Такими устройствами могут быть блокираторы двигателя, различного рода световые или звуковые сигнализации, элементы управления температурными режимами и пр.

В качестве средств отображения стандартизированной текстовой информации к терминалу мобильному могут подключаться дисплеи с соответствующими надписями, на которые с диспетчерских пунктов передаются команды включения/выключения.

Для голосовой связи с диспетчерским центром к мобильному терминалу подключается гарнитура с наушниками или телефонная трубка. Для исключения несанкционированных телефонных переговоров голосовая связь обеспечивается только с телефонными абонентами, номера которых заранее занесены в память мобильного терминала при техническом обслуживании аппаратуры.

Диспетчерский центр

Диспетчерский центр представляет собой АРМ диспетчера: рабочая станция (компьютер) с установленным на ней специализированным программным обеспечением и подключенным к телематическому серверу.

Количество поддерживаемых одним диспетчером транспортных объектов не ограничено. При необходимости может быть установлено несколько рабочих мест диспетчера с разными пользовательскими правами (администратор, оператор).

Одной из основных функций программного обеспечения является *работа с электронными картами местности*.

Набор электронных карт местности осуществляется в зависимости от требований заказчика и во многом зависит от территории и рабочих задач транспортных средств предприятия.

Система СКМО поддерживает цифровые векторные и растровые карты с любым масштабом и уровнем детализации. В системе могут использоваться такие карты, как карта мира, карта России, карты регионов РФ, карты субъектов РФ, карты городов и населенных пунктов, карты местности, а также специализированные карты автодорог, железнодорожных путей, речных и морских сообщений и т. п.

Основные элементы работы с электронными картами местности:

– конфигурация данных отображаемого объекта (координаты, название, цвет и т. п.);

– наблюдение за приоритетными транспортными средствами в отдельных окнах с центрированием объектов;

– зуммирование карт;

– одновременное использование нескольких рабочих карт;

– построение оптимальных маршрутов;

– отображение точек интереса;

– отображение контрольных зон;

– использование картографического модуля для добавления/удаления различных карт по требованию заказчика в цифровых форматах.

В составе системы может быть использована карта, предоставленная клиентом.

В системе СКМО предусмотрена возможность задавать для некоторых единиц техники признак приоритета. Такие «приоритетные» транспортные средства будут доступны для наблюдения в дополнительных автоматически появляющихся окнах. Программа позволяет обеспечить постоянное, до восьми объектов, отображение приоритетных транспортов в центре дополнительных окон, как показано на рис. 3.

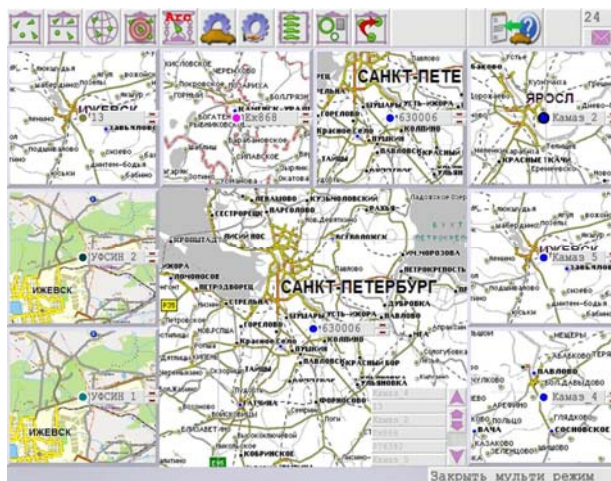


Рис. 3. Отображение местоположения

Разработанное Ижевским радиозаводом программное обеспечение позволяет регистрировать отклонение от маршрута, заданного диспетчером, установить контроль по времени прибытия/убытия транспорта в установленную диспетчером контрольную точку.

При отработке разработанной системы преследовались следующие цели:

– проверка работоспособности СКМО в реальных условиях эксплуатации;

– отработка программного обеспечения;

– оптимизация функциональных характеристик СКМО с учетом выявленных недочетов;

– определение возможности использования СКМО с приемником сигналов ГЛОНАСС/GPS для решения различного рода задач.

Испытания проводились в период с февраля 2010 г. по март 2010 г. на территории города Ижевска, Удмуртской Республики и России. Маршруты

движения транспортных средств выбирались в рабочем порядке. Контроль транспортных средств проводился в реальном масштабе времени с учетом истории движения на электронной карте местности

Некоторые примеры маршрутов движения приведены на рис. 4–8.

В ходе эксплуатации была проведена проверка соответствия техническим требованиям, предъявляемых к системам мониторинга подвижных объектов, и технических характеристик СКМО.

При проведении опытной эксплуатации были выполнены испытания по проверке прохождения информации, полученной от каждого из мобильных терминалов, и была проверена работоспособность

системы при нарушении канала передачи данных (выходе контролируемого транспортного средства за пределы зоны покрытия оператора сотовой связи). В последнем случае вся информация по транспорту автоматически записывалась во внутреннюю память терминала и автоматически передавалась в диспетчерский центр при восстановлении канала передачи данных. Во время опытной эксплуатации с положительным результатом было проверено в реальной ситуации прохождение сигнала от кнопки «тревога», при этом было резко сокращено время реагирования. Отмечено, что аппаратура СКМО, разработанная ОАО «ИРЗ», не влияет на функционирование оборудования, соответствующего ГОСТ 12252–86.

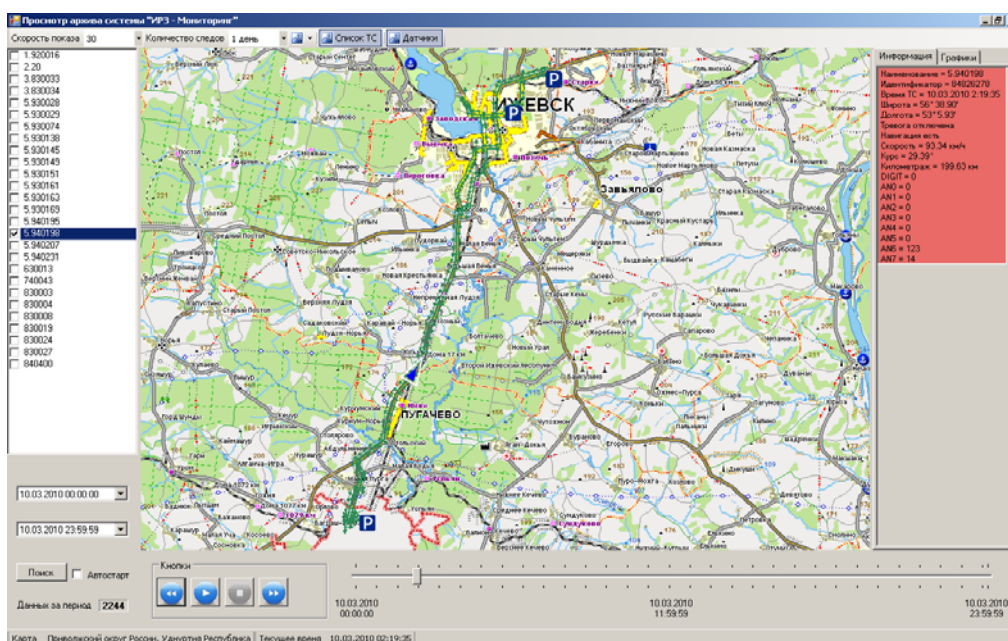


Рис. 4. Маршрут движения контрольной машины по Удмуртской Республике (10.03.2010)

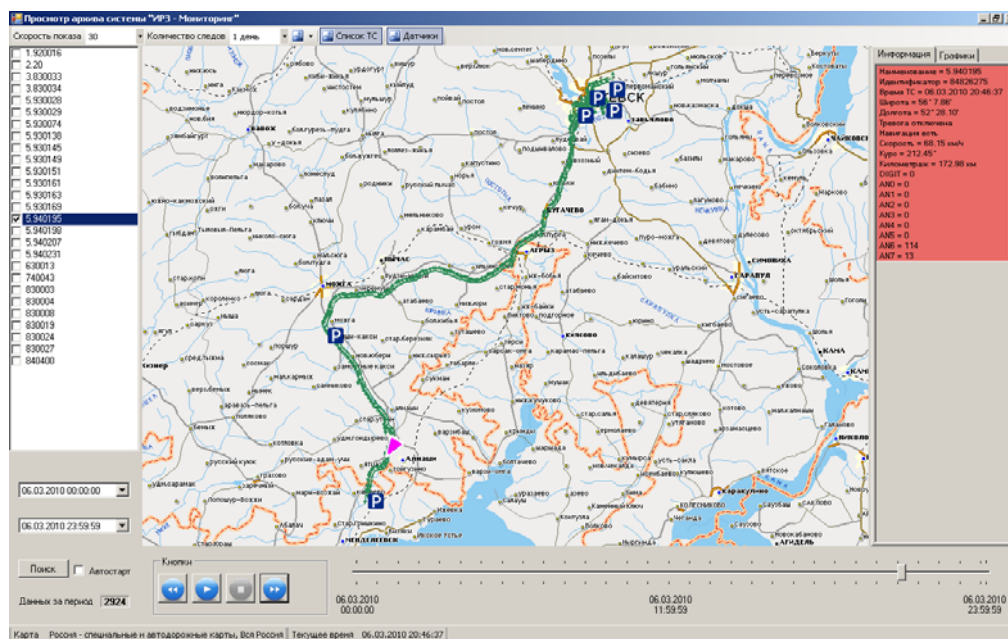


Рис. 5. Маршрут движения контрольной машины по России (06.03.2010)

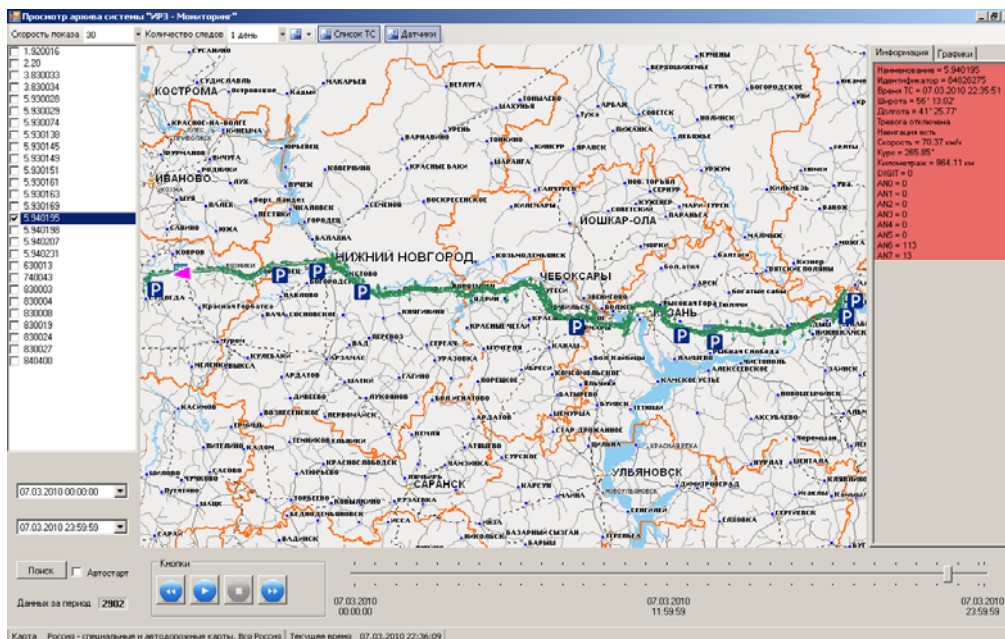


Рис. 6. Маршрут движения контрольной машины по России (07.03.2010)

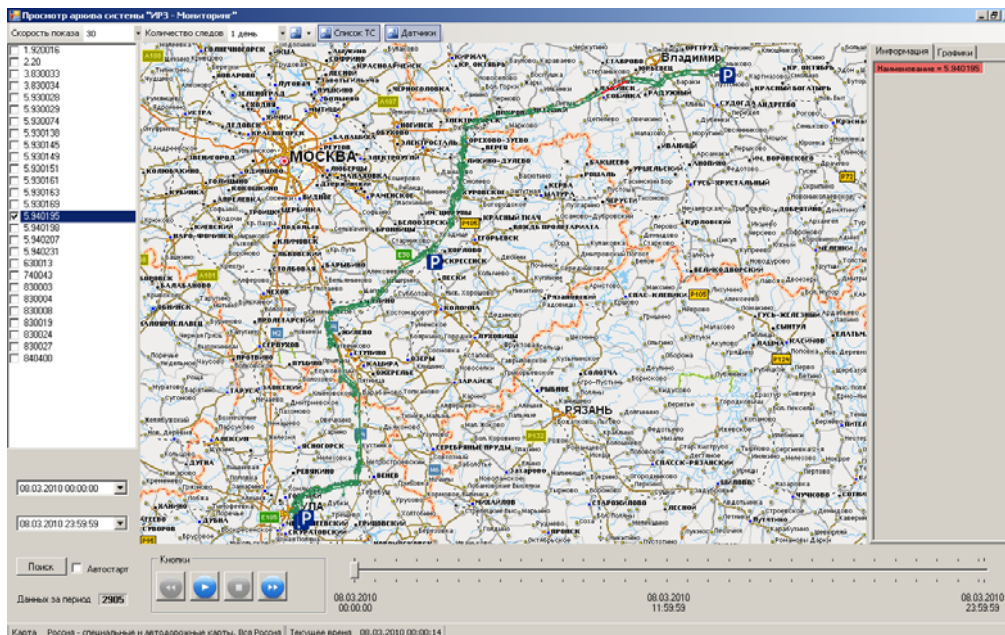


Рис. 8. Маршрут движения контрольной машины по России (08.03.2010)

Результаты проведения второго этапа опытной эксплуатации с февраля 2010 г. по март 2010 г. положительные. Замечаний к работе СКМО не выявлено.

В качестве выводов можно отметить, что система контроля мобильных объектов, разработанная ОАО «ИРЗ», обеспечивает:

- оперативный в реальном режиме времени контроль за местоположением и маршрутами транспортных средств;
- оперативное реагирование на нештатные ситуации;
- возможность применения альтернативного канала связи между экипажами транспортных средств и дежурным инспектором, в том числе в местах, не доступных для УКВ-связи;

- сохранность перевозимых грузов при помощи дополнительно подключенных датчиков;
- целевое использование транспортных средств;
- помогает в решении целевых задач.

Кроме того, данная система не мешает функционированию иного оборудования, размещенного на транспортных средствах.

Библиографические ссылки

1. Соловьев Ю. А. Системы спутниковой навигации. – М.: Эко-Трендз, 2000. – 270 с.
2. Глобальная спутниковая радионавигационная спутниковая система ГЛОНАСС / под ред. В. Н. Харисова, А. И. Перова, В. А. Болдина. – М.: ИПРЖР, 1998. – 400 с.

S. N. Gureyev, Post-graduate, "Izhevsk Radio Manufacturing Plant" JSC

P. G. Kirian, Post-graduate, "Izhevsk Radio Manufacturing Plant" JSC

N. P. Kuznetsov, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University;

V. V. Kulagin, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University.

Features of "GLONASS / GPS" System Use to Control the Automobile Transportation Safety

The paper presents the results of testing the system of automobile transportation safety control in Russia based on application of global positioning systems.

Key words: system of global positioning GLONASS, system of mobile objects monitoring, monitoring and management of automobile transportation

УДК 672.1

С. С. Суханцев, аспирант, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет

М. Б. Гитман, доктор физико-математических наук, профессор, Пермский национальный исследовательский политехнический университет

А. С. Елисеев, аспирант, Пермский национальный исследовательский политехнический университет

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЛАНА В ЗАДАЧЕ ПЕРЕПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Рассматривается оценка устойчивости производственного плана в задаче перепланирования производства. Для решения задачи используются элементы теории игр и теории нечетких множеств.

Ключевые слова: устойчивость производства, нечеткие стратегии, планирование производства.

Производство на сегодняшний день представляет собой сложную систему [1]. Эта система состоит из множества компонентов, связанных между собой и, соответственно, влияющих друг на друга. Задача планирования и перепланирования производства является одной из самых важных и сложных [2]. Отметим, что обычно планирование и перепланирование осуществляется в условиях неполной информации [1].

В перепланировании будут задействованы определенные подразделения предприятия, каждое из которых может повлиять на результат производственного процесса. При этом всем подразделениям необходимо найти такой компромисс в перепланировании, который устраивал бы каждого. Инструменты для решения таких задач рассматриваются в теории игр [3].

Рассмотрим задачу перепланирования как задачу теории игр. В качестве игроков выберем основные подразделения предприятия: снабжение, производство, отдел качества, сбыт и менеджмент (в качестве игроков могут быть выбраны различные элементы предприятия: цеха, рабочие центры, персонал и т. д.). Будем считать, что производственный план уже сформирован, но в определенный момент времени произошло возмущение системы. При этом чтобы изделия были выпущены точно в срок, можно использовать как дополнительные мощности подразделений, так и некоторые дополнительные обязательства с условием минимальных затрат на них.

Постановка задачи

Пусть стратегии каждого из подразделений (j) определяются как дополнительные человеко-часы,

которые данное подразделение может выделить сверх нормы: $(x_j^i / \mu(x_j^i))$. Функция принадлежности [4, 5] показывает степень, с которой игрок (подразделение) может принять предложенные изменения. При этом 0 – это полное удовлетворение изменениям, а 1 – полное неприятие изменений. Так как дополнительные ресурсы каждого из подразделений ограничены, то следует принимать во внимание ограничения на значения стратегий из множеств X_j , а значит, существует элемент $\max x_i$ такой, что $\forall x_j^i \in X_j \Rightarrow \max x_j^i \geq x_j^i$. Теперь функцию принадлежности можно определить как $\mu(x_j^i) = \frac{x_j^i}{\max x_j^i}, 0 \leq \mu(x_j^i) \leq 1$. Поведение функции

принадлежности для данной задачи можно описать в виде, указанном на рис. 1.

На рисунке $L_{пр}$ – уровень принятия, то есть степень удовлетворения изменениями существующего плана (для каждого из подразделений этот уровень определяется отдельно); x^* – максимальное количество человеко-часов, которое может быть выделено подразделением сверх нормы.

Функция выигрыша каждого из игроков показывает затраты, соответствующие выбранной стратегии. Следует отметить, что если сумма выигрышей всех игроков в ситуации равновесия будет больше, чем штраф предприятию, то тогда целесообразнее выплатить штраф и оставить сформированный план без изменений.