

Сведения об авторах

Варжина Кристина Михайловна – магистрант кафедры «Промышленный транспорт» ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Россия. Тел.: +7-912-803-09-85. E-mail: kristino4ka-1801@mail.ru.

Корнилов Сергей Николаевич – д-р техн. наук, проф., ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Россия. Тел.: +7-3519-29-85-34. E-mail: kornilov_sn@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

DIRECTIONS CHOOSING OF BANDWIDTH CAPACITY INCREASING OF RAILWAY STATIONS IN THE CONDITIONS OF TRAFFIC VOLUMES STRUCTURE COMPLICATION

Varzhina Kristina Mikhailovna – Undergraduate Student, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia. Phone: +7-912-803-09-85. E-mail: kristino4ka-1801@mail.ru.

Kornilov Sergey Nikolaevich – D.Sc. (Eng.), Professor, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia. Phone: +7-3519-29-85-34. E-mail: kornilov_sn@mail.ru.

Abstract. In article the problem of a lack of throughput of railway stations and their load which reason unevenness of arrival of traffic volumes is considered. As a solution it is offered to use a method of structural technologies. Application of this method allows to solve a number of the non-standard situations arising in front of the manager in operating time and by means of a set of solutions to transfer them to the standard. It is proved that due to use of a method of structural technologies there is an opportunity to cope with unevenness of the traffic volumes arriving to station, and also to normalize an indicator of load of station. The model of application of non-standard situations and solutions to them in practice which use will allow to increase most throughput of both separate trunk stations, and all network of the railroads is developed.

Keywords: railway transport, railway stations, load of station, structural technologies, non-standard situations, optimization, imitating modeling.

References

1. Burakova A.V. Neravnomernost' kak svoystvo transportnogo processa [Unevenness as property of transport process] / «Nauka i tehnika XXI veka»: materialy mezhdunar. zaochnoj nauch.-prakt. konf. [Science and equipment of the XXI century: Proceeding of international correspondence scientific and practical conference]. Novosibirsk: «Apriori», 2011, 148p.
2. Gavrishchev S.E., Dudkin E.P., Kornilov S.N., Rakhmangulov A.N., Trofimov S.V. Transportnaja logistika. [Transport logistics]. St. Petersburg, 2003, 279 p.
3. Kozlov P.A. Teoreticheskie osnovy, organizacionnye formy, metody optimizacii gibkoj tehnologii transportnogo obsluzhivaniya zavodov chernoj metallurgii: avtoreferat. [Theoretical bases, organizational forms, methods of optimization for flexible technology of metallurgical enterprises transport service: the abstract]. Moscow: MIIT, 1987, 46 p.
4. Kornilov S.N., Varzhina K.M. Problemy perevoznogo processa zheleznodorozhnogo transporta i vozmozhnye sposoby optimizacii putevogo razvitiya stancij [Railway transport process problems and possible ways of optimization the stations development] // Sb. nauch. trudov SWorld [Proceeding SWorld]. 2013, no.4, vol. 2, pp. 47-52.
5. Levin D. Ju. Optimizacija potokov poezdov [Optimization of train flows]. Moscow: Transport, 1988, 173 p.
6. Rakhmangulov A.N. Metodologicheskie osnovy organizacii funkcionirovaniya zheleznodorozhnyh promyshlennyh transportno-tehnologicheskikh sistem: avtoreferat [Methodological basis for organization of functioning of industrial railway transport-technological systems: the abstract]. Moscow: MIIT, 2013, 48 p.
7. Trofimov S.V. Nauchno-metodologicheskie osnovy funkcionirovaniya i razvitiya promyshlennyh transportnyh sistem: avtoreferat [Scientific-methodical bases of functioning and development of industrial transport systems: the abstract]. Moscow: MIIT, 2004, 49 p.
8. Husainov F.I. K voprosu ob optimal'nom kolichestve vagonov na seti zheleznyh dorog [To a question of optimum quantity of railcars on the railroad nets] // Materialy k dokladu na jekspertnom soвете FAS [Materials to the report on advisory council of FAS] 26.03.2014. URL: http://www.hse.ru/data/2014/04/03/.../doklad_husainov_fas26032014.pdf [2014, Setember 18].
9. Shapkin I.N. Organizacija zheleznodorozhnyh perevozok na osnove informacionnyh tehnologij: avtoreferat [Organization of rail transportation on the basis of information technologies: the abstract]. Moscow: MIIT, 2009, 49 p.
10. Trofimov S.V., Rakhmangulov A.N., Kornilov S.N. Metody razvitiya sistem zheleznodorozhnogo transporta v izmenjajushihhsja uslovijah dejatel'nosti predpriyatij [Methods of rail transport systems development in the changing environment of enterprises]. Maorsk: NMSTU, 2004, 235 p.
11. Aleksandrov A.Je. Raschet i optimizacija transportnyh sistem s ispol'zovaniem modelej [Calculation and optimization of transport systems using models]. Ekaterinburg: USURT, 2008, 49 p.

УДК 658.286.2:656.052.14

Рахмангулов А.Н., Корнилов С.Н., Антонов А.Н.

ВЫБОР УСТРОЙСТВ ИДЕНТИФИКАЦИИ И ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ДЛЯ УСЛОВИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация. В статье представлен сравнительный анализ технологий систем идентификации и позиционирования железнодорожного подвижного состава с точки зрения эффективности их использования на путях необщего пользования. Представлены основные положения методики этапного оборудования железнодорожных станций и перегонов устройствами идентификации, основанной на комбинировании технического и технологического способов идентификации.

Ключевые слова: Системы идентификации и позиционирования, железнодорожный транспорт, грузопотоки, подвижной состав, RFID.

В современных хозяйственных условиях наблюдается снижение регулярности, увеличение неравномерности и усложнение структуры поступающих на предприятия грузо- и вагонопотоков. Предприятия изменили политику создания запасов сырья и готовой продукции. Объем грузов, перевозимых маршрутными поездами, резко сокращается. Изменяется структура составов поездов, поступающих на железнодорожные пути необщего пользования, в том числе, вследствие передачи грузовых вагонов в собственность частным перевозчикам [1]. Для эффективного управления железнодорожными перевозками на промышленных предприятиях необходимо отслеживать движение мощных вагонопотоков, и контролировать отдельные вагоны. Получение в необходимом объеме оперативных данных о местоположении и перемещениях железнодорожного подвижного состава увеличивает эффективность управления эксплуатационной работой, позволяет уменьшить время нахождения частных вагонов на путях необщего пользования и связанные с этим затраты.

Традиционные методы управления перевозочной работой на промышленном железнодорожном транспорте разрабатывались для управления относительно стабильными по мощности и структуре грузопотоками. Использование этих методов в изменившихся условиях привело к значительному увеличению времени простоя вагонов на путях необщего пользования, времени оборота частных вагонов, затруднению контроля сохранности. Принятие управленческих решений усложнилось из-за недостаточного информационного обеспечения перевозочного процесса.

Для повышения эффективности информационного обеспечения при принятии управленческих решений на промышленном железнодорожном транспорте необходимо обеспечить необходимую оперативность сбора данных о местонахождении железнодорожного подвижного состава на путях необщего пользования. Техническим решением данной задачи является внедрение системы идентификации подвижного состава.

Системы идентификации и позиционирования должны обеспечивать: идентификацию контролируемых объектов; оптимальную точность позиционирования; оптимальную периодичность обновления данных. Критериями выбора системы идентификации для нужд производства служат: радиус действия (допустимое расстояние от датчиков до элементов инфраструктуры); помехоустойчивость; устойчивость к влиянию отраженных сигналов; габариты и вес; энергопотребление; электромагнитная совместимость; необходимость получения частотного разрешения; затраты на внедрение и эксплуатацию.

В настоящее время на транспорте и в промышленности применяется несколько систем идентификации, использующих разные технологии и различающихся принципом работы [2,3].

Наибольшее распространение получили следующие группы технологий:

1) локальные системы позиционирования, к которым относятся оптические (в том числе, инфракрасные) и ультразвуковые системы;

2) спутниковые навигационные системы – GPS, ГЛОНАСС, Бэйдоу (BeiDou), Galileo и другие;

3) Технологии радиочастотной идентификации – RFID (Radio Frequency Identification).

Оптические, инфракрасные и ультразвуковые системы имеют небольшой радиус действия. Мобильная метка в системе инфракрасного позиционирования испускает инфракрасные импульсы, которые принимаются элементами системы, имеющими фиксированные координаты. Местонахождение метки рассчитывается по Time-of-flight (ToF) – времени распространения сигнала от источника до приёмника. Точность позиционирования этим методом составляет 10-30 см. Преимущество таких систем состоит в том, что они гарантируют «факт нахождения контролируемого объекта в конкретном помещении» – «room level accuracy», поскольку свет и звук практически не проходят через стены и двери.

Достоинство оптических систем заключается в отсутствии необходимости оборудования транспортных средств дополнительными техническими устройствами. Изображение инвентарного номера вагона, полученное с использованием оптических камер, распознается при помощи программного обеспечения. Для достижения высокой надёжности распознавания номеров транспортных средств необходимо обеспечить достаточный уровень освещённости и отсутствие загрязнений. Технология оптической идентификации в настоящее время широко используется на железнодорожном транспорте в рамках, например, систем «ARSCIS» [4] и «Бастион-Состав» [9].

Достоинство ультразвуковых систем – высочайшая точность позиционирования, достигающая трёх сантиметров. Недостаток метода – чувствительность к помехам от солнечного света, чувствительность к потерям сигнала при наличии (появлении) даже «лёгких» препятствий, к ложным эхо-сигналам и к помехам от источников ультразвука, например, от ультразвуковых дефектоскопов, аппаратов ультразвуковой очистки на производстве. Чтобы исключить эти недостатки, требуется тщательно планировать систему. Применение инфракрасного лазера повышает не только дальность, точность, но и стоимость ультразвуковых систем.

Системы идентификации и позиционирования с использованием спутниковых навигационных систем комбинируются с системами связи (Wi-Fi, Bluetooth, сотовая связь). Портативные спутниковые навигаторы устанавливаются непосредственно на подвижном составе (на локомотиве и на грузах, которые включены в систему контроля положения груза). Необходимая информация о координатах железнодорожных объектов (напольных сигналов выходных и входных светофоров) хранится в едином диспетчерском центре управления и по каналам связи передаётся в систему контроля положения подвижной единицы на станции, прилегающие к перегону.

Таким образом, решается задача не только обеспечения безопасности движения, но и организации единого информационного пространства, соединяющего единый диспетчерский центр управления перевозками и участковые станции. Контроль прибытия поезда в полном составе может быть осуществлён следующими способами:

- применение счётчиков осей;

- применение излучателей на локомотивах и отражателей на хвостовых вагонах;
- системы визуального контроля на малоделятельных участках;
- системы спутникового контроля (на тех же приёмниках навигационной информации, что и локомотивные устройства).

Данные системы позволяют, помимо ускорения работы железнодорожного транспорта, повышения пропускной способности, повышения качества обслуживания, ещё и повысить экономический эффект, т.к. внедрение данных систем практически полностью исключает затраты железной дороги на содержание рельсовых цепей, их сезонную настройку.

К преимуществам данных систем можно отнести широкий спектр решаемых задач, как по обеспечению безопасности движения, так и предоставлению дополнительных сервисных функций, таких как определение местоположения грузовых вагонов, автоматическая корректировка графика движения поездов с выдачей информации о планируемых задержках на табло пассажирских и грузовых терминалов и многое другое.

К недостаткам можно отнести сложность обслуживания и зависимость от условий использования. Практически невозможно определять местонахождение внутри зданий (при использовании транспортных средств внутри производственных помещений), в тоннелях, на застроенных территориях. Уровень сигнала серьёзно ухудшается под покровом листвы деревьев и даже при сильной облачности. На приём сигналов спутниковой системы глобального позиционирования (GPS – Global Positioning System) влияют помехи от наземных источников. Поскольку орбиты GPS имеют наклонение около 55 градусов, точность в высоких широтах значительно снижается, т.к. спутники GPS видны низко над горизонтом. В этом отношении спутники ГЛОНАСС имеют преимущество – наклон их орбит около 65 градусов (рассчитан на всю территорию России) [5, 6].

RFID или радиочастотная идентификация – технология, использующая радиочастотное электромагнитное излучение для зачтения/записи информации на небольшое устройство, называемое тэг (tag), метка (label), или транспондер (transponder).

Задачей RFID системы является хранение информации об объекте с возможностью её удобного считывания. Метка может содержать данные о типе объекта, стоимости, весе, температуре, данные логистики, вообще любой информации, которая может храниться в цифровой форме.

RFID система состоит из трёх базовых компонентов: считывающее устройство – ридер (передатчик/приёмник); антенна; радиочастотные метки (смарт-метки) с встроенной антенной, приёмником и передатчиком.

Существует большое число разновидностей этих компонентов. Они различаются по устройству, размерам, форме и техническим характеристикам (дальность считывания сигнала при различной скорости движения метки относительно ридера).

Характеристики RFID системы в первую очередь

определяются типом выбранных меток. Метки делятся по следующим признакам:

- наличие элемента питания (активные и пассивные);
- наличие чипа (чиповые и бесчиповые);
- тип хранения данных (метки с уникальной подписью и цифровым кодированием);
- способ записи информации (только считывание, однократной записи и многократного считывания, многократной записи и многократного считывания).

Системы автоматического считывания информации с движущегося подвижного состава используется в рамках информационно-управляющих систем и предназначены для автоматической фиксации подвижного состава (локомотивов, грузовых и пассажирских вагонов, вагонов-механизмов) через заранее выбранные пункты считывания [7].

В настоящее время на отечественных железных дорогах наибольшее распространение получила система автоматической идентификации подвижного состава – САИ ПС «Пальма» [10].

Сравнительные характеристики рассмотренных технологий идентификации и позиционирования подвижного состава приведены в **таблице**.

Основные параметры технологий идентификации и позиционирования

Тип	Точность, м	Дистанция, м	Стоимость
Оптическая и инфракрасная	0.1	3-10	Высокая
Ультразвуковая	0.1	3-10	Высокая
Спутниковая	10-15		Низкая
RFID, пассивные		Менее 10	Низкая
RFID, активные	1-3	20-100	Средняя

Сравнение достоинств и недостатков систем идентификации и позиционирования подвижного состава применительно к условиям промышленного железнодорожного транспорта позволяет рекомендовать RFID-технологии идентификации (комплекс «Пальма») для решения задач автоматизации управления перевозочным процессом. Одним из решающих факторов, определяющих данный выбор, является то, что в ближайшее время железнодорожный подвижной состав, обращающийся по сети Российских железных дорог, планируется оборудовать радиочастотными метками. Это избавит от необходимости оснащать приватные вагоны, попадающие на территорию предприятий, дополнительным оборудованием позиционирования.

Для реализации мероприятий по внедрению системы идентификации подвижного состава на путях необщего пользования промышленных предприятий потребуется приобретение стационарных считывателей дальнего радиуса действия, а также активных RFID-меток для собственного вагонного парка и мобильных считывателей.

Однако внедрение систем идентификации на крупных промышленных предприятиях, обладающих разветвлённой сетью путей с большим числом станций и грузовых фронтов, затруднено из-за значитель-

ных финансовых затрат, вне зависимости от типа и производителя систем RFID. Установка полного комплекта пунктов считывания информации с контрольно-бортовых датчиков системы автоматической идентификации подвижного состава – САИ ПС «Пальма» для условий таких предприятий, как ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», может потребовать, по предварительным расчётам, около 400 млн. рублей единовременных затрат.

Для снижения капитальных затрат на создание системы идентификации подвижного состава, предлагается схема размещения устройств считывания, основанная на комбинировании технического и технологического способов отслеживания подвижного состава [8].

При техническом способе стационарные пункты считывания информации размещаются на железнодорожных перегонах и соединительных путях, по которым проходят грузопотоки нестабильные и неравномерные по составу и мощности, параметры которых сложно спрогнозировать при существующем уровне развития информационных систем.

Технологический способ основан на прогнозировании параметров стабильных вагонопотоков с использованием инструментов имитационного моделирования. Получая из действующей информационной системы данные о прибывающих на подъездной путь вагонах и грузах, имитационная модель воспроизводит нормативную технологию их обработки, а также работу железнодорожных станций, в результате чего формируются данные о размещении на путях станции каждого вагона. Такие прогнозные данные уточняются в моменты отправления или прибытия вагонов на станцию с помощью пунктов считывания (ридеров). Расчётная надёжность такого рода прогноза местонахождения вагона на путях станции составляет не менее 90%, при условии принадлежности вагона стабильному вагонопотоку.

Создание технологической схемы на основе комбинирования технического и технологического способов отслеживания подвижного состава позволит снизить число пунктов считывания данных, которые размещаются на станционных путях и грузовых фронтах железнодорожных станций путей необщего пользования. Минимальное количество таких пунктов считывания определяется числом межстанционных перегонов. Но и в этом случае рекомендуется оборудовать перегоны устройствами считывания в несколько этапов, в зависимости от характера вагонопотоков, проходящих по ним, – в первую очередь должны оборудоваться перегоны, по которым проходят нестабильные, неравномерные вагонопотоки, параметры которых изменяются с течением времени, а также вагонопотоки, обладающие сложной структурой. Прогнозирование места размещения вагонов, принадлежащих таким вагонопотокам, при помощи технологического способа с использованием имитационных моделей сопряжено с низкой надёжностью и точностью прогнозов.

Выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы:

- для решения задач идентификации и позициониро-

вания железнодорожного подвижного состава на путях необщего пользования промышленных предприятий наиболее эффективным инструментом являются системы, основанные на использовании технологии радиочастотной идентификации;

- разветвлённость железнодорожных путей необщего пользования, наличие большого числа грузовых фронтов, станционных путей, а на крупных предприятиях, например, металлургических, – несколько десятков промышленных железнодорожных станций со сложными схемами путевого развития значительно увеличивает объём капитальных затрат, необходимых для внедрения системы идентификации подвижного состава;
- одним из направлений сокращения числа устройств считывания данных с вагонов и затрат на создание системы идентификации подвижного состава на промышленном железнодорожном транспорте является комбинирование технического способа (установка устройств считывания) с технологическим, предполагающим прогнозирование местоположения вагонов на путях станции на основе имитационного моделирования технологии ее работы с вагонами, принадлежащими вагонопотокам со стабильными параметрами;
- рекомендуется этапное оборудование межстанционных перегонов устройствами считывания данных с подвижного состава – более высоким приоритетом обладают перегоны, по которым проходят нестабильные, неравномерные вагонопотоки, а также вагонопотоки со сложной структурой.

Список литературы

1. Рахмангулов А.Н., Корнилов С.Н., Антонов А.Н., Мишуров П.Н. Разработка концепции и программы усиления пропускной и перерабатывающей способности железнодорожных станций и перегонов ОАО «ММК» на период до 2015 года // Научно-технический отчет по результатам НИР. Магнитогорск: МГТУ, 2011. 204 с.
2. Васин Н.Н., Мохонько В.П. Системы сбора информации на железнодорожном транспорте. Самара: СамИИТ, 2001. 120 с.
3. Крамаренко Е.Р. Системы сбора информации на железнодорожном транспорте. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2003. 66 с.
4. ARSCIS. Распознавание номеров вагонов и автоматизация железнодорожных грузоперевозок. URL: <http://www.mallenom.ru/arscis.php>. Дата обращения: 12.07.2014.
5. Мирсанов В.Д. Современные системы железнодорожной автоматики и телемеханики, их влияние на технологию и организацию управления процессом перевозок. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2001. 50 с.
6. К вопросу о применении спутниковых радионавигационных систем второго поколения ГЛОНАСС/GPS на железнодорожном транспорте. URL: <http://infotest.ru/info020.shtml>. Дата обращения: 12.07.2014.
7. Гудин М., Зайцев В. Технология RFID: реалии и перспективы // Компоненты и технологии, 2003. N 4(30). С.42-44.
8. Рахмангулов А.Н., Корнилов С.Н., Антонов А.Н. Разработка технологической схемы прослеживаемости подвижного состава на железнодорожных путях ОАО «ММК» // Научно-технический отчет по результатам НИР. Магнитогорск: МГТУ, 2013. 152 с.
9. Компьютерная система видеонализа «Бастион-Состав». URL: <http://www.trevog.net/catalog/bastion/item/955/>. Дата обращения: 12.07.2014.
10. САИ ПС «Пальма». Система автоматической идентификации подвижного состава на сети железных дорог. URL: <http://www.zpu-center.ru/press/freight-insurance/palm/>. Дата обращения: 12.07.2014.

Сведения об авторах

Рахмангулов Александр Нельевич – д-р техн. наук, проф., ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Россия. Тел.: +7-3519-29-85-16. E-mail: ran@magtu.ru.

Корнилов Сергей Николаевич – д-р техн. наук, проф., ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Россия. Тел.: +7-3519-29-85-34. E-mail: kornilov_sn@mail.ru.

Антонов Анатолий Николаевич – старший преподаватель, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Россия. Тел.: +7-3519-29-85-16. E-mail: antonov11036m@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

DEVICE SELECTION FOR IDENTIFICATION AND POSITIONING OF RAILCARS FOR INDUSTRIAL ENVIRONMENTS

Rakhmangulov Aleksandr Nelevich – D.Sc. (Eng.), Professor, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia. Phone: +7-3519-29-85-16. E-mail: ran@magtu.ru.

Kornilov Sergey Nikolaevich – D.Sc. (Eng.), Professor, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia. Phone: +7-3519-29-85-34. E-mail: kornilov_sn@mail.ru.

Antonov Anatoliy Nikolaevich – Assistant Professor, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia. Phone: +7-3519-29-85-16. E-mail: antonov11036m@mail.ru.

Abstract. The article presents a comparative analysis of the technologies of identification systems and positioning of railway rolling stock in terms of their effectiveness in the ways of private rail tracks. The main methods positions of staged equipment of railway stations have presented, and span identification based on a combination of technical and technological methods of identification.

Keywords: system identification and positioning, railway transport, cargo traffic, rolling stock, RFID.

References

1. Rahmangulov A.N., Kornilov S.N., Antonov A.N., Mishkurov P.N. Razrabotka koncepcii i programmy usilenija propusknoj i pererabatyvajushhej sposobnosti zheleznodorozhnyh stancij i peregonov OAO «MMK» na period do 2015 goda [Development of concepts and programs to enhance throughput and capacity of railway stations and spans OJSC «MMK» for the period up to 2015] // Nauchno-tehnicheskij otchet po rezul'tatam NIR [Scientific and Technical Report]. – Magnitogorsk: MSTU, 2011. 204 p.
2. Vasin N.N., Mohon'ko V.P. Sistemy sbora informacii na zheleznodorozhnom transporte [Data collection systems in railway transport]. Samara: SamIT, 2001. 120 p.
3. Kramarenko E.R. Sistemy sbora informacii na zheleznodorozhnom transporte [Data collection systems in railway transport]. Habarovsk: Izd-vo DVGUPS, 2003. 66 p.
4. ARSCIS. Raspoznavanie numerov vagonov i avtomatizacija zheleznodorozhnyh gruzoperevozok [ARSCIS. Railcars numbers recognition and automation of rail freight]. Available: <http://www.mallenom.ru/arscis.php> [2014, July 12].
5. Mirsanov V.D. Sovremennye sistemy zheleznodorozhnoj avtomatiki i telemehaniki, ih vlijanie na tehnologiju i organizaciju upravljenija procesom perevozok [Modern railway automation and automatic remote control systems, their impact on the technology and organization of traffic process]. Habarovsk: Izd-vo DVGUPS, 2001. 50 p.
6. K voprosu o primenenii sputnikovyh radionavigacionnyh sistem vtorogo pokolenija GLONASS/GPS na zheleznodorozhnom transporte [On the question of the use of satellite navigation systems of the second generation GLONASS/GPS in rail transport]. Available: <http://infotest.ru/info020.shtml> [2014, July 12].
7. Gudin M., Zajcev V. Tehnologija RFID: realii i perspektivy [RFID technology: realities and prospects] // Komponenty i tehnologii [Components and Technology]. 2003, no. 4(30), pp. 42-44.
8. Rakhmangulov A.N., Kornilov S.N., Antonov A.N. Razrabotka tehnologicheskoj shemy proslezhivaemosti podvizhnogo sostava na zheleznodorozhnyh putjah OAO «MMK» [Development of technological scheme of raicar traceability on the railway tracks OJSC «MISW»] // Nauchno-tehnicheskij otchet po rezul'tatam NIR [Scientific and Technical Report]. Magnitogorsk: MSTU, 2013. 152 p.
9. Komp'juternaja sistema videoanaliza «Bastion-Sostav» [The computer system of video analysis «Bastion Sostav»]. Available: <http://www.trevog.net/catalog/bastion/item/955/> [2014, July 12].
10. SAI PS «Pal'ma». Sistema avtomaticheskoi identifikacii po-dvizhnogo sostava na seti zheleznyh dorog [SAI RC «Palma». The automatic identification of railcars on the rail network]. Available: <http://www.zpu-center.ru/press/freight-insurance/palm/>. [2014, July 12].