

Новая информационная технология централизованного управления пассажирским вагонным парком

**А. В. КОМИССАРОВ¹, Е. А. ЗУБКОВА¹, Е. Г. КРОХАЛЕВА², М. А. ЕВГЕНЬЕВА¹,
Н. Б. КАРАВАНОВА¹, А. А. ВЕСЕЛОВА¹, Р. Ю. ЗАХАРОВ¹, Ю. А. ИОФФЕ¹, М. А. СКВОРЦОВ¹**

¹ Акционерное общество «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ»), Москва, 129626, Россия

² Акционерное общество «Федеральная пассажирская компания» (АО «ФПК»), Москва, 107078, Россия

Аннотация. Возрастающие требования потребителей к качеству предоставляемой информации, на основе которой осуществляются управляющие воздействия, а также быстрое совершенствование технических средств вынуждают разработчиков автоматизированных систем постоянно перерабатывать или создавать все более качественные продукты.

В статье приведен краткий анализ двадцатилетней работы линейных предприятий с подсистемой АСУПВ (АСУПВ ЛП), с помощью которой осуществляется ввод документов-первоисточников по вагонному парку, формирование составов поездов и слежение за содержанием парка пассажирских вагонов.

Назначением разрабатываемой новой системы АСУПВ ЛП-2 является обеспечение автоматизации технологических процессов централизованного управления пассажирским вагонным парком линейных предприятий для повышения результативности и эффективности работы отрасли, которая позволит оптимизировать работу пассажирских линейных предприятий, контролировать соблюдение технологических процессов, обеспечить доступность достоверной информации для заинтересованных пользователей.

Также в статье изложена основная цель новой информационной технологии — получение посредством однократной переработки первичных данных информации нового качества, на основе которой должны вырабатываться оптимальные управленческие решения. Рассмотрены основные задачи разрабатываемой системы.

Ключевые слова: пассажирский вагон; пассажирский поезд; линейное предприятие; уровень управления; безопасность движения

Введение. Краткий анализ двадцатилетней работы линейных предприятий (ЛП) и организаций ОАО «РЖД» в автоматизированной системе управления эксплуатацией и ремонтами парка пассажирских вагонов (АСУПВ) показал, что дальнейшее совершенствование информационной технологии, на основе которой вырабатываются оптимальные управляющие воздействия, требует нового подхода к организации вычислительного процесса на базе новых технических решений [1].

Существующая система разработана по принципу информационной интеграции объектов, кото-

рые условно разделены по выполняемым функциям управления на три уровня: линейный, региональный и сетевой.

Линейный уровень управления — это предприятия сети, на которых приписаны или обслуживаются пассажирские вагоны. ЛП являются поставщиками основной части информации об эксплуатации и ремонте парка пассажирских вагонов.

Региональный уровень управления — это организации, образованные по территориальному принципу управления, в подчинение которым попадают линейные предприятия, находящиеся на территории региона.

Сетевой уровень управления — это головная организация, осуществляющая управление всеми пассажирскими перевозками на сети железных дорог России.

В подсистеме АСУПВ линейного уровня (АСУПВ ЛП), работающей на ЛП (пассажирские вагонные депо, вагонные участки, пункты технического обслуживания, вагоноремонтные заводы), осуществляется ввод и корректировка информации об эксплуатации и ремонтах пассажирских вагонов на основе документов-первоисточников.

С линейного уровня поступает 99,9 % информации. На основе этих данных в АСУПВ на разных уровнях управления функционируют аналитические комплексы задач, реализующие формирование оперативной и статистической отчетности по распределению и использованию пассажирского вагонного парка вагонов ОАО «РЖД» и вагонов государств — участников Содружества. Кроме этого, осуществляется планирование и анализ сроков проведения ремонтов и ТО-3 пассажирских вагонов, проводится анализ надежности и качества выполненных ремонтов пассажирских вагонов, анализ сроков службы пассажирских вагонов, осуществляется слежение за списанием и продажей вагонов.

Для удобства работы пользователей в АСУПВ создана информационно-справочная система, предоставляющая возможности самостоятельно генери-

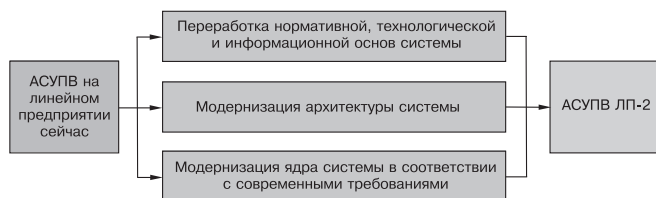


Рис. 1. Основные цели реинжиниринга автоматизируемых процессов

Fig. 1. The main objectives of reengineering automated processes

ровать справку любой структуры о вагонном парке и выдавать ее в необходимом виде.

Причины реинжиниринга. Информационная динамическая модель парка пассажирских вагонов Российской Федерации, созданная в АСУПВ, является источником данных для многих внешних автоматизированных систем и смежных предприятий ОАО «РЖД».

Однако в результате постоянного развития в АСУПВ стали выявляться факторы, которые потребовали реинжиниринга существующего программного обеспечения как процесса создания новых программных модулей путем революционного изменения уже имеющихся в эксплуатации программного обеспечения и информационной технологии [2] (рис. 1).

Основными факторами, требующими реинжиниринга программного обеспечения, стали следующие:

- Большое количество нормативных документов и основополагающих приказов, используемых при управлении вагонным парком, за годы работы системы было отменено или заменено принципиально новыми.
- Произошло существенное перераспределение парка пассажирских вагонов между группами собственников, претерпела изменения структура предприятий, что повлекло за собой модификацию программного обеспечения с целью учета особенностей и правил управления пассажирским парком каждого собственника.
- Решение задач управления вагонным парком ЛП потребовало получения в интерактивном режиме дан-

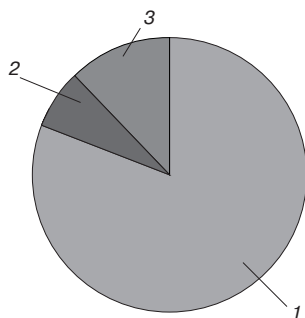


Рис. 2. Структура парка пассажирских вагонов по принадлежности собственникам: 1 — АО «ФПК»; 2 — ЦДМВ; 3 — собственники, не входящие в ОАО «РЖД»

Fig. 2. The structure of the fleet of passenger cars by ownership of the owners: 1 — JSC «FPK»; 2 — TsDMV; 3 — owners who are not members of the JSC «Russian Railways»

ных об операциях с вагонами, которые совершаются в других подразделениях, что поставило условие интеграции АСУПВ ЛП со смежными предприятиями, а также получения достоверной информации в режиме реального времени.

• За годы развития АСУПВ было написано много программ, часть из которых создавалась в старых операционных системах и не лишена недостатков [3, 4].

Анализ сбоев АСУПВ ЛП за последние два года показал следующую статистику:

- вероятность выхода из строя компьютера составляет 2 %;
- на сбой в работе жесткого диска приходится 28 %;
- на вирусные атаки приходится 4 %;
- случаи нарушения данных в результате ошибок пользователей и обслуживающего персонала составляют 65 %;
- остальные случаи составляют 1 %.

Среди основных источников ошибок, приводящих к недостоверности информации, можно выделить:

- некачественно составленные первичные документы;
- ошибки оператора при вводе информации;
- передача информации (ошибки в каналах связи);
- обработка информации (сбои, алгоритмические и программные ошибки);
- намеренные нерегламентированные действия пользователей для изменения информации (часто задним числом).

Некомпетентное, небрежное или невнимательное выполнение функциональных обязанностей сотрудниками приводит к уничтожению, нарушению целостности и конфиденциальности информации, а также компрометации механизмов защиты.

АСУПВ стала сложной для дальнейшего развития и модификации, а также для работы пользователей.

Потребовался новый подход к процессу автоматизации управления парком пассажирских вагонов [5, 6]. Это, в свою очередь, потребовало фундаментального переосмысления и радикального перепроектирования всех автоматизируемых процессов системы в целом для получения актуальных аналитических данных управленческим персоналом, осуществляющим пассажирские перевозки [7].

Предлагаемые решения. Весь пассажирский подвижной состав, эксплуатируемый на дорогах РФ, имеет своих собственников (рис. 2):

- Федеральная пассажирская компания (АО «ФПК»). Ей принадлежит 81 % всего пассажирского подвижного состава. Ввод и корректировку данных осуществляют как выделенные операторы, так и специалисты-пользователи. Всего (по данным на начало 2016 г.) документы-первоисточники в АСУПВ вводили со 122 рабочих мест 267 человек.

• Центральная дирекция моторвагонного подвижного состава (ЦДМВ) и другие компании и организации ОАО «РЖД». Им принадлежат около 7 % вагонов.

• Собственники, не входящие в ОАО «РЖД», в том числе министерства и ведомства, владеют 12 % пассажирских вагонов.

Некоторые собственники пассажирских вагонов имеют свои эксплуатационные предприятия, а собственники, которые их не имеют, отдают свои вагоны в управление на предприятия других собственников для ввода актуальной информации.

В 2016 г. перед разработчиками АСУПВ (НЦ «Экспресс» АО «ВНИИЖТ») была поставлена задача разработки новой системы управления ЛП (АСУПВ ЛП-2), ориентированной на эффективность использования пассажирского вагонного парка.

Комплексный подход к решению данной проблемы включает в себя составной частью процессы централизованного управления парком пассажирских вагонов, содержащие набор следующих функциональностей:

- оптимизация состава приписного парка пассажирских вагонов;
- снижение эксплуатационных затрат на содержание и ремонты пассажирских вагонов;
- контроль соблюдения технологических нормативов в процессе выполнения работ;
- снижение затрат на эксплуатацию подвижного состава, сокращение непроизводительных расходов;
- внедрение системы менеджмента качества выполненных работ и идентификация исполнителей технологических операций;
- внедрение системы слежения за качеством обслуживания пассажиров в поездах;
- внедрение системы анализа надежности и качества выполненных ремонтов пассажирских вагонов ремонтными предприятиями и заводами;
- обеспечение безопасности движения пассажирских поездов;
- автоматизация работы управленческого персонала по оценке динамики и структуры эксплуатационных показателей работы парка пассажирских вагонов;
- создание комфортных условий работы пользователей на всех уровнях управления за счет минимизации ручных операций по подготовке и анализу данных и системы логического контроля операций.

Информационной основой АСУПВ ЛП-2 служат паспортные данные пассажирских вагонов, техническая документация на пассажирский вагон, документы-первоисточники по пассажирскому вагонному хозяйству.

Вся исходная информация вводится на том ЛП, на котором вагон приписан, либо которое приняло его в управление. Документы, оформляемые на эксплуатацию, ремонты и техническое обслуживание, должны

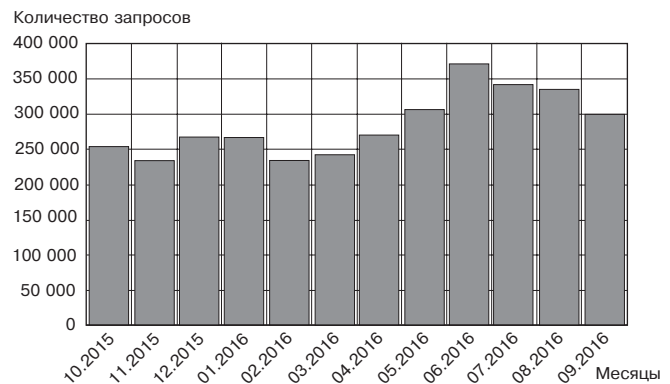


Рис. 3. Объемы передаваемой информации
Fig. 3. Volumes of transmitted information

вводиться на предприятиях, осуществляющих операции с вагоном.

Результаты деятельности пользователей ЛП автоматически передаются и сохраняются в единой базе данных АСУПВ и становятся доступными для работы пользователей всех уровней управления.

Основным требованием, которое должно быть заложено в разрабатываемую систему для обеспечения достоверности информации, является блокировка ошибочных действий пользователя.

База данных АСУПВ представляет собой надежное хранилище структурированных данных, снабженное специальным механизмом для их эффективного использования в интересах пользователей. При такой организации проще решаются проблемы защиты информации от преднамеренных угроз, поддержания актуальности и непротиворечивости данных.

Единая информационная объектно-ориентированная база данных АСУПВ представляет собой модель парка пассажирских вагонов РФ, в которую каждый месяц с ЛП поступает в среднем 250 000 запросов (рис. 3). Каждый запрос осуществляет корректировку данных в части изменений либо конструкционного устройства вагона, либо дислокации, либо вида его использования. Многообразие видов использования пассажирских вагонов приведено на рис. 4.

Обеспечение безопасности движения пассажирских поездов на инфраструктуре ОАО «РЖД» поддерживается требованием обязательного наличия каждого пассажирского вагона в базе данных АСУПВ, а при эксплуатации вагона проверяются его эксплуатационные ресурсы, подтверждающие или запрещающие постановку вагона в поезд.

Объектами управления АСУПВ ЛП-2 должны стать как пассажирский вагон локомотивной тяги любого типа и формы собственности, так и пассажирский поезд. Такой подход к управлению позволит оценивать использование вагонного парка за любой период времени, планировать назначение и отмену поездов с учетом оптимальной потребности, перерас-

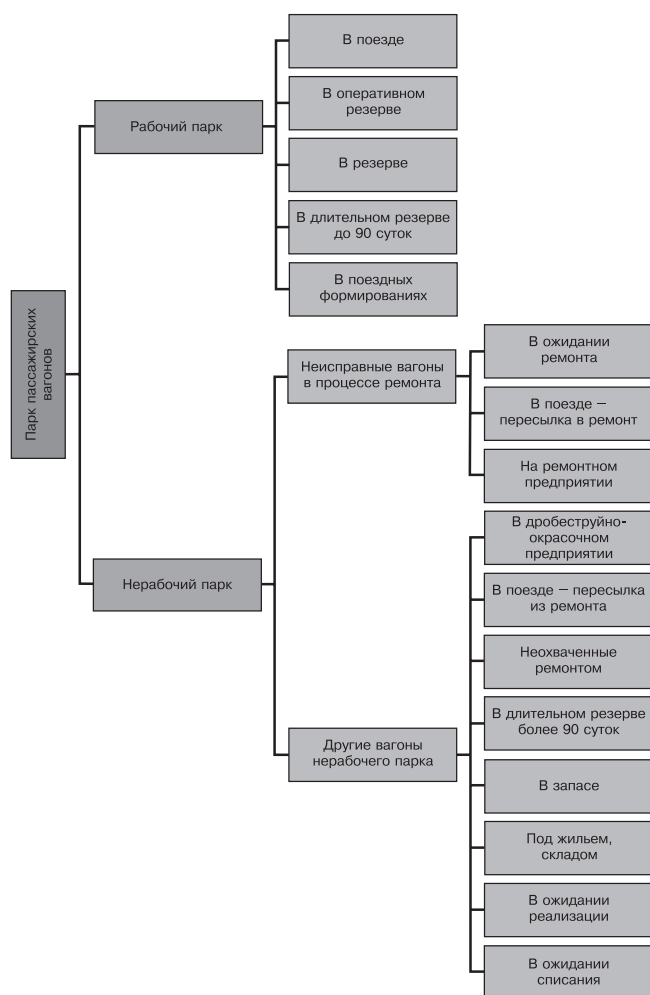


Рис. 4. Структура пассажирского парка по использованию
Fig. 4. Structure of the passenger fleet for use

пределять парк вагонов в зависимости от потребности, ремонтов и поставки новых вагонов.

Основные требования, заложенные в разрабатываемую систему, заключаются в следующем:

- АСУПВ ЛП-2 обеспечивает сбор, обработку и анализ информации о состоянии пассажирского вагона в виде документов, вводимых в систему однократно;
- система строится на распределенном учете документооборота, интегрированном отображении работы каждого вагона и выработке управляющих воздействий для оптимального управления;
- АСУПВ ЛП-2 разрабатывается как типовая система, т.е. работоспособная на всех ЛП сети, включая вагоноремонтные заводы;
- обеспечение безопасности движения пассажирских поездов, реализованное в настоящее время в АСУПВ ЛП, должно сохраняться в новом программном обеспечении АСУПВ ЛП-2;
- АСУПВ ЛП-2 в целом и все виды ее обеспечения должны быть приспособлены к модернизации, развитию и наращиванию;

– в АСУПВ ЛП-2 должны быть предусмотрены меры защиты от неправильных действий персонала, приводящие к аварийному состоянию системы, от случайных изменений и разрушения информации и программ, а также от несанкционированного вмешательства;

– в программном обеспечении должны быть определены права доступа в системе в соответствии со статусом пользователя, реализована процедура автоматического ведения журнала поступающих в систему запросов с указанием того, от кого поступил запрос, когда и на основании какого документа;

– режим работы пользователей должен осуществляться в соответствии с их должностными инструкциями, которые определяют права и обязанности лиц, участвующих в эксплуатации и использовании системы, а также указывают действия в аварийных ситуациях;

– в разрабатываемой системе необходимо реализовать стратегические цели централизованного управления пассажирскими перевозками.

Бизнес-задача управления эксплуатацией и ремонтами пассажирских вагонов [8] зависит от множества параметров, основными из которых являются:

- наличие необходимого и достаточного количества вагонов каждого типа и категорий, отвечающих запланированному объему перевозок;
- оптимальное закрепление вагонов за составами поездов с учетом заданных условий (срок службы, фирменность, технические требования, категория поезда);
- оптимальное распределение вагонного парка по направлениям движения поездов и наличие возможности перераспределения парка по регионам в случаях повышенного пассажиропотока;
- наличие гибкой системы планирования ремонтов вагонов для получения ремонтного фонда, основная часть которого по времени проведения ремонтов и технического обслуживания не должна выпадать на пиковые периоды перевозок пассажиров;
- наличие системы, позволяющей соотносить скорость старения парка вагонов с материальными затратами на воспроизводство парка, а также с наличием достаточного предложения со стороны заводов-изготовителей.

Основной целью создания АСУПВ ЛП-2 является переход от управления пассажирским вагонным парком на основе документов-первоисточников к созданию интеллектуального пассажирского вагонного предприятия с возможностями результативного и эффективного управления на основе предлагаемых системных решений [9, 10].

В основе разработки интеллектуального вагонного предприятия лежит требование предоставления механизма управления производственными процессами пассажирского вагонного предприятия на современной

программно-технической платформе. Это должно достигаться за счет распределенного ввода в местах зарождения документов-первоисточников, информационной увязки документов в соответствии с современными процессами управления парком и интеграционными процессами работы всех смежных предприятий, участвующих в управлении пассажирскими перевозками.

Желательным результатом разработки должно стать полное исключение ручного составления документов и отчетов по пассажирскому вагонному парку. С этой целью необходимо утверждение в ОАО «РЖД» электронного вида документов-первоисточников и отчетов с нанесением на них электронных цифровых подписей и возможностью передач по телекоммуникационным каналам связи.

Выводы. 1. Итогом создания интеллектуального пассажирского вагонного предприятия должна стать выработка рекомендаций и предложений, реализующих оптимальное управление эксплуатацией и ремонтами парка пассажирских вагонов с использованием информационных технологий.

2. Создание единого информационного пространства для обмена данными между удаленными подразделениями, возможность консолидации данных в центральной базе, поддержка в режиме реального времени централизованной управленческой системы — все это должно позволить принимать обоснованные решения по управлению парком пассажирских вагонов в целом и на каждом ЛП в отдельности.

3. Реализация данной стратегии даст возможность резко сократить непроизводительные расходы при управлении пассажирским вагонным парком и получить определенный экономический эффект.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оптимизация управления эксплуатацией и ремонтом парка пассажирских вагонов / Б. Е. Марчук [и др.] // Железнодорожный транспорт. 2006. № 7. С. 48–52.
2. Ивницкий В.А., Поплавский А.А. Проблема перехода к информационно-управляющему режиму в системе оперативной организации перевозочного процесса // Вестник ВНИИЖТ. 2007. № 1. С. 15–21.
3. Веселова М.А. Методика оценки скорости увеличения пробега пассажирских вагонов в комплексе планирования ремон-

тов в АСУПВ на базе «Экспресс-3» // Вестник ВНИИЖТ. 2005. № 6. С. 12–15.

4. Теплышева Е.В., Веселова М.А., Мольвер Ю.Е. Автоматизация планирования ремонта пассажирских вагонов в АСУПВ на базе системы «Экспресс-2» // Автоматика, связь, информатика. 1999. № 9. С. 15.

5. Лapidус Б.М., Лapidус Л.В. Железнодорожный транспорт: философия будущего. М.: Прометей, 2015. 232 с.

6. Лернер А.Я. Начала кибернетики. М.: Наука, 1967. 400 с.

7. Карпушов В.М., Карпушов А.В., Кудряшов Р.Д. Концепция построения автоматизированной системы управления формированием составов и содержания парка пассажирских вагонов линейного предприятия в АСУПВ // Автоматика, связь, информатика. 1999. № 9. С. 12–14.

8. Тишкин Е.М. Автоматизация управления вагонным парком. М.: Интекст, 2000. 224 с.

9. Сотников Е.А., Ивницкий В.А., Ольшанский А.М. Принципы интеллектуализации оперативного управления перевозочным процессом железнодорожного транспорта общего пользования // Вестник ВНИИЖТ. 2014. № 2. С. 40–47.

10. Фримен Эр., Фримен Эл., Сьерра К., Бейтс Б. Паттерны проектирования. СПб.: Питер, 2011. 670 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

КОМИССАРОВ Андрей Васильевич,
директор НЦ «Экспресс», АО «ВНИИЖТ»

ЗУБКОВА Елена Александровна,
заместитель директора НЦ «Экспресс», АО «ВНИИЖТ»

КРОХАЛЕВА Елена Гениевна,
заместитель начальника отдела «Управление вагонного хозяйства», АО «ФПК»

ЕВГЕНЬЕВА Мария Александровна,
канд. техн. наук, заместитель начальника лаборатории, НЦ «Экспресс», АО «ВНИИЖТ»

КАРАВАНОВА Наталия Борисовна,
начальник лаборатории, НЦ «Экспресс», АО «ВНИИЖТ»

ВЕСЕЛОВА Анна Александровна,
главный технолог, НЦ «Экспресс», АО «ВНИИЖТ»

ЗАХАРОВ Роман Юрьевич,
главный технолог, НЦ «Экспресс», АО «ВНИИЖТ»

ИОФФЕ Юрий Александрович,
ведущий инженер, НЦ «Экспресс», АО «ВНИИЖТ»

СКВОРЦОВ Михаил Александрович,
главный программист, НЦ «Экспресс», АО «ВНИИЖТ»

Статья поступила в редакцию 19.09.2017 г., принята к публикации 21.11.2017 г.

New information technology of centralized management of passenger car fleet

A. V. KOMISSAROV¹, E. A. ZUBKOVA¹, E. G. KROKHALEVA², M. A. EVGEN'EVA¹, N. B. KARAVANOVA¹, A. A. VESELOVA¹, R. Yu. ZAKHAROV¹, Yu. A. IOFFE¹, M. A. SKVORTSOV¹

¹ Joint Stock Company "Railway Research Institute" (JSC "VNIIZhT"), Moscow, 129626, Russia

² Joint Stock Company "Federal Passenger Company" (JSC "ФПК"), Moscow, 107078, Russia

Abstract. Steady requirements of consumers to the quality of the information provided, on the basis of which the control actions are carried out, as well as the acceleration of technical means related

to the development of automated systems, make it necessary to constantly process or create higher quality products. The requirement to improve the basic information solutions using modern

technical resources offered by industry was the reason for the rework of the existing business process for managing the fleet of passenger cars implemented in the automated system for managing operation and repair of the passenger car fleet (ASUPV).

The article gives a brief analysis of the 20-year work of the linear enterprises (LP) with the ASUPV — (ASUPV LP) subsystem, with the help of which the source documents are entered into the car park, trains are formed and the passenger car fleet maintenance is monitored. This subsystem is the main supplier of information for obtaining analytical data at all levels of passenger car fleet management.

The article also outlines the main goal of the new information technology — obtaining, through single processing of primary data, new quality information, on the basis of which optimal management solutions should be developed.

The purpose of the newly developed ASUPV LP-2 system is to automate the technological processes of centralized management of the passenger fleet of linear enterprises to improve performance and efficiency of the industry, which will allow optimizing the work of passenger line enterprises, monitoring compliance with technological processes and ensuring the availability of reliable information to interested users.

The article describes the main tasks of the developed system: ensuring the need for the necessary and sufficient number of passenger cars for the fulfillment of the transportation plan at the linear enterprise; creating of guaranteed traffic safety of the formed passenger trains; improving the quality of repairs and maintenance.

It is noted that the sources of increased complexity of managing the passenger car fleet are the constantly increasing complexity of business processes automated at the linear enterprise, which conflicts with the existing regulatory and technological base, as well as increasing requirements for the speed and accuracy of execution of all operations with cars.

It is also indicated that automatic monitoring of the input sequence of source documents and its information interconnection should be created in the developed system and a system of automated control and prevention of conscious violations performed by users should be developed in order to improve the performance of their own work. The system should control the user's actions as much as possible and check the information entered by the user for compliance with regulatory requirements.

Keywords: passenger car; passenger train; linear enterprise; management level; traffic safety

DOI: <http://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2017-76-6-323-328>

REFERENCES

1. Marchuk B. E., Krasil'nikova N. N., Rubinskaya A. P. *Optimizatsiya upravleniya ekspluatatsiei i remontom parka passazhirskikh vagonov* [Optimization of management of operation and repair of the passenger car fleet]. *Zheleznodorozhnyy transport*, 2006, no. 6, pp. 48–52.
2. Ivnitkiy V. A., Poplavskiy A. A. *Problema perekhoda k informatsionno-upravlyayushchemu rezhimu v sisteme operativnoy organizatsii perevoznogo protsesssa* [The problem of transition to information-control mode in the system of operational organization of the transportation process]. *Vestnik VNIIZhT* [Vestnik of the Railway Research Institute], 2007, no. 1, pp. 15–21.
3. Veselova M. A. *Metodika otsenki skorosti uvelicheniya probe-ga passazhirskikh vagonov v komplekse planirovaniya remontov v ASUPV na baze "Ekspress-3"* [The method for estimating the speed of increasing the mileage of passenger cars in the repair planning

complex in the ASUPV based on "Express-3"]. *Vestnik VNIIZhT* [Vestnik of the Railway Research Institute], 2005, no. 6, pp. 12–15.

4. Teplysheva E. V., Veselova M. A., Mol'ver Yu. E. *Avtomatizatsiya planirovaniya remonta passazhirskikh vagonov v ASUPV na baze sistemy "Ekspress-2"* [Automation of planning the repair of passenger cars in the ASUPV based on the "Express-2" system]. *Automation, communication and Informatics*, 1999, no. 9, p. 15.

5. Lapidus B. M., Lapidus L. V. *Zheleznodorozhnyy transport: filosofiya budushchego* [Railway transport: the philosophy of the future]. Moscow, Prometey Publ., 2015, 232 p.

6. Lerner A. Ya. *Nachala kibernetiki* [The beginnings of cybernetics]. Moscow, Nauka Publ., 1967, 400 p.

7. Karpushov V. M., Karpushov A. V., Kudryashov R. D. *Kontsepsiya postroeniya avtomatizirovannoy sistemy upravleniya formirovaniem sostavov i soderzhaniya parka passazhirskikh vagonov lineynogo predpriyatiya v ASUPV* [The concept of constructing an automated control system for the formation of trains and the content of a fleet of passenger cars of a linear enterprise in ASUPV]. *Automation, communication and Informatics*, 1999, no. 9, pp. 12–14.

8. Tishkin E. M. *Avtomatizatsiya upravleniya vagonnym parkom* [Automation of car fleet management]. Moscow, Intext Publ., 2000, 224 p.

9. Sotnikov E. A., Ivnitkiy V. A., Ol'shanskiy A. M. *Printsipy intellektualizatsii operativnogo upravleniya perevoznym protsessom zheleznodorozhnogo transporta obshchego pol'zovaniya* [Intellectualization concept of operating traffic management of public railway transport]. *Vestnik VNIIZhT* [Vestnik of the Railway Research Institute], 2014, no. 2, pp. 40–47.

10. Friman Er., Friman El., Sierra K., Bates B. *Patterny rpoektirovaniya* [Design Patterns]. St. Petersburg, Piter Publ., 2011, 610 p.

ABOUT THE AUTHORS

Andrey V. KOMISSAROV,
Director of Research Center "Express", JSC "VNIIZhT"

Elena A. ZUBKOVA,
Deputy Director of Research Center "Express", JSC "VNIIZhT"

Elena G. KROKHALEVA,
Deputy Head of the Department "Car fleet administration", JSC "FPK"

Maria A. EVGEN'EVA,
Cand. Sci. (Eng.), Deputy Head of the laboratory, Research Center "Express", JSC "VNIIZhT"

Natalia B. KARAVANOVA,
Head of Laboratory, Research Center "Express", JSC "VNIIZhT"

Anna A. VESELOVA,
Chief Process Engineer, Research Center "Express", JSC "VNIIZhT"

Roman Yu. ZAKHAROV,
Chief Process Engineer, Research Center "Express", JSC "VNIIZhT"

Yuriy A. IOFFE,
Leading Engineer, Research Center "Express", JSC "VNIIZhT"

Mikhail A. SKVORTSOV,
Chief Programmer, Research Center "Express", JSC "VNIIZhT"

Received 19.09.2017

Accepted 21.11.2017

■ E-mail: karavanova.nataliya@vniizht.ru (N. B. Karavanova)