

Е.Ю. Александрова<sup>1</sup>, Г.Н. Крамынина<sup>1</sup>, В.А. Оленцевич<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

## ПРИМЕНЕНИЕ БЕЗЛЮДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ГРУЗОВ И ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

**Аннотация.** В статье авторами рассмотрены основные направления совершенствования системы управления безопасностью движения на железнодорожном транспорте в условиях перехода к более высокому уровню обеспечения надежности. Рассмотрена работа 3D комплекса по выявлению и предупреждению ситуаций, угрожающих безопасности движения в пути следования, внедрение которого позволит обеспечить переход на безлюдные технологии при организации контроля грузов и подвижного состава на станциях погрузки и в пути следования.

**Ключевые слова:** железнодорожный транспорт, безопасность перевозочного процесса, уровень обеспечения надежности, риск-ориентированный подход, транспортные происшествия и иные события, современные инновационные технические средства, безлюдные технологии.

Е.Yu. Aleksandrova<sup>1</sup>, G.N. Kramynina<sup>1</sup>, V.A. Olencevich<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russian Federation

## APPLICATION OF UNMANNED TECHNOLOGIES IN THE ORGANIZATION OF CARGO AND ROLLING STOCK CONDITION MONITORING

**Abstract.** The authors consider the main directions of improvement of the safety management system of railway traffic in the transition to a higher level of reliability. The work of the 3D complex to identify and prevent situations that threaten traffic safety along the route, the introduction of which will ensure the transition to uninhabited technologies in the organization of control of goods and rolling stock at loading stations and along the route, is considered.

**Keywords:** railway transport, the safety of the transportation process, level of reliability assurance, security management system improvement, traffic accidents and other events, modern innovative technical means, unmanned technology

### Введение

В ОАО «РЖД» стратегия гарантированной безопасности и надежности обеспечения общего объема перевозочного процесса формируется на основе общеприменяемых принципов – повышение надежности и функциональной безопасности технических средств, снижение вероятности наступления транспортных происшествий и как итог достижение целевых показателей безопасности движения, всеми без исключения производственными комплексами и структурными подразделениями. Плановый объем инвестиционной программы развития компании на 2020 год составил 657,4 млрд руб, в структуру инвестиционной программы вошли семь основных разделов, первостепенным из которых является обеспечение безопасности перевозочного процесса [1, 2].

### Основные направления совершенствования системы управления безопасностью движения

С целью перехода к более высокому уровню обеспечения надежности в области безопасности движения отрасли определены следующие этапы:

- обеспечение сохранности жизни, здоровья работников и пользователей услуг;
- обеспечение заданного уровня безопасности движения, соответствующего международным и национальным стандартам;
- обеспечение сохранности грузов, подвижного состава, объектов инфраструктуры и технических средств;
- минимизация последствий от транспортных происшествий и рисков всех категорий.

Поставленная цель достигается решением следующих задач: реализация системы допуска к инфраструктуре ОАО «РЖД»; приведение инфраструктуры ОАО «РЖД» в соответствие с требованиями правил технической эксплуатации; управление рисками в области обеспечения безопасности движения; развитие культуры безопасности движения в отрасли.

В 2019 году количество транспортных происшествий и иных событий, допущенных на инфраструктуре железнодорожного транспорта, снизилось к уровню 2018 года на 16 %, в том числе допущенных по вине холдинга «РЖД», – на 14 % [2, 8]. Снизить аварийность удалось благодаря риск-ориентированному подходу к контрольным мероприятиям с учетом ранжирования участников транспортного рынка по группам эксплуатационного риска, а также реализации дорожной карты по обеспечению функциональной безопасности движения в холдинге «РЖД», в которой определены общие методы и требования к управлению безопасностью движения на инфраструктуре ОАО «РЖД», включающие в себя активные профилактические мероприятия по снижению аварийности, рисунок 1.



**Рис. 1. Количество нарушений безопасности движения на инфраструктуре ОАО «РЖД»**

Показатель безопасности движения по холдингу «РЖД» в 2019 году составил 0,98 нарушения безопасности движения на 1 млн поездо-км, что на 23 % лучше планового целевого показателя (1,28) и на 16,5 % лучше показателя 2018 года (1,17). Таких результатов удалось достичь за счет контроля соблюдения участниками процесса нормативных правил и применения прогрессивных методов управления безопасностью.

Основными направлениями совершенствования системы управления безопасностью движения являются:

- координация взаимодействия между всеми функциональными филиалами, их структурными подразделениями и дочерними обществами, участвующими в перевозочном процессе, на основе единых подходов к управлению процессами, связанными с безопасностью движения;
- реализация подходов и требований, гармонизированных с международными стандартами;
- поддержание позитивного уровня культуры безопасности движения через осознание работниками холдинга важности и социальной ответственности при выполнении работ, влияющих на безопасность движения, с синхронной интеграцией обязательных и неукоснительных правил поведения во все производственные процессы; совершенствование нормативной базы.

В рамках проекта по обеспечению безопасности перевозочного процесса целесообразно предусмотреть выполнение работ по оснащению инфраструктуры ОАО «РЖД» современными инновационными техническими средствами – автоматизированными системами осмотра поездов и вагонов с использованием лазерных сканеров [3, 4, 8].

### **Комплекс «Автоматизированная система коммерческого осмотра поездов и вагонов с лазерными 3D-сканерами»**

Система лазерного контроля построена на основе высокоскоростных 3D-сканеров, что позволяет выявлять, негабарит подвижного состава, определять его точную локализацию на объёмной модели вагона, а также предупреждать опасные значения колебаний не только в поперечном направлении, но и в вертикальной плоскости при галопировании подвижных единиц.

Сформированные массивы двухмерных профилей груза/вагона и его трёхмерное изображение (3D-модель) автоматически сравниваются с заранее созданными цифровыми шаблонами габаритов для выявления нарушения их границ. Анализ сравнения получаемых моделей позволит автоматически выявлять нарушения условий погрузки, смещение груза в пути следования и прогнозировать ситуации, угрожающие безопасности движения.

Данный комплекс относится к железнодорожному транспорту, в частности к устройствам автоматики и телемеханики, осуществляющим контроль технического и коммерческого состояния движущегося железнодорожного состава и видеоконтроль сохранности, состояния крыш и стенок вагонов, люков цистерн, разгрузочных и иных устройств, расположенных в нижней части вагона, а также крепления грузов на открытых железнодорожных подвижных единицах на экране монитора во время прохождения поезда в зоне наблюдения. Его использование направлено на повышение уровня контроля коммерческих неисправностей на железных дорогах, повышение сохранности перевозимых грузов, повышение функциональности системы.

В состав системы входит несколько подсистем (в том числе освещения и оповещения), а также два автоматизированных рабочих места (оператора АРМ О ПКО и пункта коммерческого осмотра поездов и вагонов АРМ ПКО в составе Единой автоматизированной системы актово-претензионной работы ЕАСАПР М). Главное отличие 3D комплекса от предшественницы АСКО ПВ М – это наличие трёх лазерных сканеров, формирующих информацию о профиле вагона-груза, которые осуществляют сканирование пространства в плоскости, перпендикулярной направлению движения поезда, и измеряют в полярной системе координат расстояния до различных точек проходящих вагонов. Полученные при помощи сканеров данные поступают на АРМ, обрабатываются и преобразуются в единый двухмерный профиль вагона, а затем, при помощи специализированного программного обеспечения, формируется уже трёхмерное изображение (3D-модель вагона-груза). После этого сформированные массивы двухмерных профилей вагона и его трёхмерное изображение автоматически сравниваются с заранее созданными шаблонами габаритов – для выявления нарушения их границ. Полученные результаты отображаются на экране монитора.

3D комплекс можно настроить на решение различных специализированных задач, что выполняется путём применения различных шаблонов габаритов. В результате на 3D-модели вагона, например, будет отражаться точная визуальная локализация места нарушения габарита вагона-груза.

Комплекс также может применяться для выявления остатков грузов и качества очистки на открытом подвижном составе, для выявления смещения груза в пути следования либо неравномерности загрузки, для оценки размеров отдельных элементов крепления груза и обеспечивает автоматический контроль габаритов погрузки по девяти зонам, основного габарита погрузки по двум зонам и максимального по ширине габарита подвижного состава по двум зонам при скорости движения поезда до 60 км/ч.

В системе используются камеры высокой четкости и камеры линейного сканирования, формирующие изображение за счет построчного сканирования объекта съемки. Имеется шесть камер, которые расположены по две слева и справа от рельсового пути и две камеры

расположены над рельсовым путем. Например, камеры могут быть установлены на железнодорожных мостах, в железнодорожных тоннелях или на несущей конструкции, включающей две опоры и ригель.

Результаты осмотра состояния вагонов и грузов с помощью средств 3D комплекса обрабатываются оператором автоматизированного рабочего места пункта коммерческого осмотра. Справка об обнаруженных коммерческих неисправностях контролируемого состава формируется автоматически и передается на автоматизированное рабочее место приёмодатчика пункта коммерческого осмотра. На основе полученных данных оператор формирует учётно-отчётную документацию по контролируемому составу и передаёт её по локальной сети в автоматизированную систему управления станции [2, 6].

Основные функциональные параметры системы позволяют обеспечить: оперативное и качественное обнаружение коммерческих неисправностей подвижного состава на основе анализа результатов лазерного сканирования; регистрацию и воспроизведение данных сканирования в режиме реального времени; точную локализацию выявленных неисправностей и их визуализацию на 3D модели вагонов; видеозапись составов и формирование видеоархива; создание отчетно-учетных документов с возможностью их печати, передачи по электронной почте и экспорта в файл [5]

В состав системы входят: Автоматизированное рабочее место оператора пункта коммерческого осмотра поездов и вагонов (АРМ О ПКО); Автоматизированное рабочее место приёмодатчика пункта коммерческого осмотра поездов и вагонов (АРМ ПКО) в составе Единой автоматизированной системы актов-претензионной работы хозяйства коммерческой работы в сфере грузовых перевозок (ЕАСАПР М); Комплект оборудования сканирования профилей вагонов; Комплект оборудования видеонаблюдения; Комплект оборудования передачи сигналов; Комплект оборудования подсистемы освещения; Комплект оборудования подсистемы оповещения.

Основные функциональные возможности системы:

- визуальный контроль с помощью телевизионных камер высокого разрешения либо посредством камер линейного сканирования (в зависимости от местных условий работы железнодорожной станции) состояния крыш и стенок вагонов, люков цистерн, разгрузочных и иных устройств, расположенных в нижней части вагона, а также крепления грузов на открытых железнодорожных подвижных единицах на экране монитора во время прохождения поезда в зоне наблюдения;

- вывод на экран монитора автоматизированного рабочего места оператора пункта коммерческого осмотра (далее - АРМ 3D контроль) видеоизображений проходящего поезда в режиме ПОЛИЭКРАН с телекамер в режиме реального времени, а после прохождения зоны контроля из архива;

- вывод на экран монитора АРМ 3D контроль 3D модели контролируемого вагона;

- сравнение 3D моделей формируемых последовательно расположенными по маршруту следования вагона системами АСКО 3D контроль. Выявление динамики нарушения габарита погрузки, подвижного состава и фактов смещения груза;

- вывод на экран монитора АРМ 3D контроль разностной модели, отображающей смещение элементов вагона и груза, полученных путем сравнения с моделями построенными системами АСКО 3D контроль ранее по маршруту следования поезда;

- вывод на экран монитора АРМ 3D контроль предупреждающих сообщений в случае выявления нарушения габарита погрузки, подвижного состава и фактов смещения груза;

- включение искусственного освещения в темное время суток и выключение при наступлении светлого времени суток;

- регистрация видеоизображений с шести телекамер на накопитель на жестких магнитных дисках (далее – НЖМД) специализированного системного блока АРМ 3D контроль при прохождении поезда в зоне наблюдения;

- ведение архива видеоизображений, протоколирование данных о проходящих поездах в журнале событий; запись информации на внешние носители (встроенными средствами ОС Windows) видеоизображений фрагментов поезда с информацией о вагонах и негабаритностях;
- возможность выбора телекамеры для полноэкранного просмотра; просмотр видеоархива на экране монитора АРМ 3D контроль, в том числе одновременно с записью проходящего поезда;
- воспроизведение видеоизображения с произвольной скоростью в прямом и обратном направлении; покадровый просмотр и режим СТОП-КАДРА, масштабирование произвольных областей в режиме СТОП-КАДРА;
- автоматический контроль габаритов с помощью лазерных сканеров на скоростях до 80 км/ч;
- автоматическое определение перечня контролируемых габаритов исходя из данных о типе и конструкции вагона, полученного из соответствующей базы данных;
- наглядное представление информации о негабаритности на экране монитора АРМ 3D контроль путем локализации участков негабаритности и их отображения на трехмерной модели вагона;
- автоматическое выявление остатков грузов и посторонних предметов в открытом железнодорожном подвижном составе;
- выявление неравномерности погрузки однородного груза на открытом железнодорожном подвижном составе;
- автоматическое измерение скорости поезда в процессе движения
- звуковая индикация начала поезда и вагонов с негабаритностями;
- прием информации о поезде (натурного листа) из системы передачи данных станции на автоматизированное рабочее место пункта коммерческого осмотра (далее АРМ ПКО);
- считывание из натурного листа и индикация на экране монитора АРМ 3D контроль инвентарных номеров проходящих вагонов;
- компенсация геометрических искажений видеоизображений;
- передача покадровых изображений из видеоархива АРМ 3D контроль в автоматизированную систему коммерческого мониторинга (по запросу из АСКМ);
- создание на АРМ 3D контроль справки о поезде, в которой отображается вся информация о принятом поезде; вывод на печать справки о коммерческих неисправностях вагонов; вывод на печать покадровых изображений и изображений 3D моделей из архива АРМ 3D контроль;
- формирование и отправка видеокadra из архива АРМ 3D контроль с идентификацией станции, даты и времени прохождения поезда, номера поезда и вагона по электронной почте;
- контроль состояния технических устройств системы и передача данных с заданной периодичностью в систему ЕАСАПР для обеспечения своевременного обслуживания и предупреждения рисков возникновения неисправности системы.
- дистанционное включение (из помещения оператора) звуковой сирены;
- формирование запроса и передача/получение ответа на соответствующий запрос, содержащий покадровые изображения и двухмерные проекции 3D моделей от систем, осуществивших осмотр по маршруту движения поезда;
- создание архива покадровых изображений и двухмерных проекций 3D моделей вагонов с привязкой к их инвентарному номеру в течении одной перевозки;
- создание архива покадровых изображений и двухмерных проекций 3D моделей вагонов с привязкой к их инвентарному номеру. Накопление информации о состоянии и оформленных выявленных и устраненных коммерческих неисправностях в течении жизненного цикла вагона

Технико-экономическим результатом применения данного комплекса на железнодорожных станциях ОАО «РЖД» является обеспечение повышенного уровня безопасности на железных дорогах, за счет: расширения функция контроля неисправностей и выхода за габарит железнодорожных вагонов или грузов; улучшения качества осмотра;

повышения прогнозируемости случаев нарушения безопасности движения поездов; снижения затрат на эксплуатацию инфраструктуры и подвижного состава [2, 5].

### **Заключение**

Внедрение 3D комплекса имеет большое количество преимуществ: улучшает качество осмотра подвижного состава, вагонов и грузов; сокращает время осмотра; увеличивает пропускную способность станции, как следствие улучшает показатели работы железной дороги; растет конкурентоспособность предприятий, использующих данную систему; своевременно выявляет коммерческие неисправности, создающие угрозу безопасности движения поездов; улучшает показатели сохранности перевозимых грузов; обеспечивает соблюдение принципов охраны труда в отрасли; уменьшает травматизм среди работников, задействованных на пунктах коммерческого осмотра поездов и вагонов, за счет выведения сотрудников из опасной зоны; информация более систематизирована.

Данный комплекс стал ещё одним шагом в дальнейшей автоматизации технологических процессов коммерческого осмотра грузов и подвижного состава на железнодорожном транспорте. Помимо оперативного выявления и предупреждения ситуаций, угрожающих безопасности движения в пути следования, внедрение подобного 3D комплекса также создаст платформу для перехода на безлюдные технологии при организации контроля грузов и подвижного состава на станциях погрузки и в пути следования [5, 7].

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Стратегия развития Холдинга «РЖД» на период до 2030 года, – М: ОАО «РЖД», 20.12.2013 г.
2. Официальный сайт ОАО «РЖД»: <http://rzd.ru>
3. Оленцевич В.А., Гозбенко В.Е., Каргапольцев С.К. Оценка уровня безопасности сложно-структурированных транспортных систем с целью повышения уровня их конкурентоспособности на рынке транспортных услуг // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. - 2019. № 2. С. 250–259.
4. Громышова С.С., Асташков Н.П., Оленцевич В.А., Лобанов О.В. Оценка уровня безопасности сложно-структурированных транспортных систем с целью повышения уровня их конкурентоспособности на рынке транспортных услуг // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. - 2019. Т.62. № 2. С. 250–259.
5. Урусов А. В. Цифровая железная дорога / А. В. Урусов // Автоматика, связь, информатика. - 2018. - № 1. - С. 6-8.
6. Новые возможности [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. - Режим доступа: Сайт «Гудок», свободный. - URL: <https://gudok.ru/zdr/178/?ID=1484164>. – Загл. с экрана. (дата обращения: 09.03.2020)
7. Гозбенко В.Е., Оленцевич В.А., Белоголов Ю.И. Автоматизация отдельных операций перевозочного процесса с целью обеспечения достаточных условий для оптимального функционирования «цифрового» транспорта и логистики // Современные технологии.
8. Оленцевич В.А. Систематизация факторов влияющих на безопасность перевозок грузов на железнодорожном транспорте // Материалы третьей международной научно-практической конференции «Безопасность регионов – основа устойчивого развития». Иркутск.: ИрГУПС, 2012. С. 197-202.

### **REFERENCES**

1. Development Strategy of Russian Railways Holding until 2030, - M: "Russian Railways", 20.12.2013
2. Official site of "Russian Railways": <http://rzd.ru>
3. Olencevich V. A., Gozbenko V. E., Kargapoltsev S. K. Assessment of the security level of complex-structured transport systems in order to increase their competitiveness in the market of transport services // Modern technology. System analysis. Modeling. - 2019. № 2. Pp. 250-259.

4. Gromysheva S. S., Ostashkov N. P., Olencevich V. A., Lobanov O. V. Assessment of the security level of complex-structured transport systems in order to increase their competitiveness in the market of transport services // Modern technology. System analysis. Modeling. - 2019. Vol. 62. No. 2. Pp. 250-259.

5. Urusov, A. V. Digital railway / V. A. Urusov // Automation, communications, computer science. - 2018. - № 1. - P. 6-8.

6. New opportunities [Electronic resource]. - The electron. text data - Access mode: Site "Beep", free. - [URL:https://gudok.ru/zdr/178/?ID=1484164](https://gudok.ru/zdr/178/?ID=1484164). - The title from the screen. (Accessed: 09/03/2020)

7. Gozbenko V. E., Olencevich V. A., Belogolov Yu. I. automation of individual operations of the transportation process in order to ensure sufficient conditions for the optimal functioning of "digital" transport and logistics // Modern technology.

8. Olencevich V. A. Systematization of factors affecting the safety of cargo transportation in railway transport // Materials of the third international scientific and practical conference "regional Security-the basis of sustainable development". Irkutsk: Irgups, 2012, Pp. 197-202.

### **Информация об авторах**

*Александрова Елена Юрьевна* – обучающаяся группы ЭЖД.1-17-2, факультет «Управление на транспорте и информационные технологии», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: helen999.e@gmail.com

*Крамынина Галина Николаевна* – обучающаяся группы ИСм.1-19-1, факультет «Управление на транспорте и информационные технологии», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: kramynina.gala@yandex.ru

*Оленцевич Виктория Александровна* – кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: olencevich\_va@mail.ru

### **Authors**

*Elena Yurievna Aleksandrova* – student of the group EZHD.1-17-2 (Railways Operation), faculty of "Transport Management and Information Technology", Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: helen999.e@gmail.com

*Galina Nikolaevna Kramynina* – student of the group ISm.1-19-1 (Information Technology), faculty of "Transport Management and Information Technology", Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: kramynina.gala@yandex.ru

*Viktoriya Aleksandrovna Olencevich* – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, the Subdepartment of "Operational Work Management", Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: olencevich\_va@mail.ru

### **Для цитирования**

Александрова Е.Ю., Крамынина Г.Н., Оленцевич В.А. Применение безлюдных технологий при организации контроля состояния грузов и подвижного состава [Электронный ресурс] / Е.Ю. Александрова, Г.Н. Крамынина, В.А. Оленцевич // Молодая наука Сибири: электрон. научн. журн. – 2020 – №2 – Режим доступа: <http://mnv.irgups.ru/toma/28-20>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. (дата обращения: 09.07.2020).

### **For citation**

Aleksandrova E. Yu., Kramynina G. N., Olencevich V.A. *Primenenie bezlyudnyh tekhnologij pri organizacii kontrolya sostoyaniya грузов i podvizhnogo sostava* [Application of unmanned technologies in the organization of cargo and rolling stock condition monitoring]. *Molodaya nauka Sibiri: ehlektronnyj nauchnyj zhurnal* [Young science of Siberia: electronic scientific journal], 2020, no. 2. [Accessed 09/07/20]