

*Г.И. Гидлевская, К.А. Шитикова, Н.В. Шаферова*

*Красноярский институт железнодорожного транспорта, г. Красноярск, Российская Федерация.*

## **ОПТИМИЗАЦИЯ КОММЕРЧЕСКОГО ОСМОТРА ГРУЗОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПУТЕМ РАЗРАБОТКИ ПЕРЕНОСИМОЙ КОМПАКТНОЙ СИСТЕМЫ ВИДЕОКОНТРОЛЯ**

**Аннотация.** В статье рассмотрена проблема низкой эффективности процедуры проведения коммерческого осмотра грузового железнодорожного подвижного состава в связи с необходимостью производства такого рода работ на высоте, что требует наличие у сотрудников специального наряд-допуска. Актуальность данной проблематики подтверждается фактором снижения оперативности приема и отправления грузов, что влечет за собой излишние экономические, временные и трудовые затраты для холдинга ОАО «РЖД». В качестве решения предложена разработка переносимой компактной системы видеоконтроля осмотра груженых и порожних вагонов с внедрением искусственного интеллекта. Данное устройство позволит производить коммерческий осмотр вагонов при приеме грузов к перевозке на предмет очистки вагона и остатков ранее перевозимых грузов, а также груженого открытого подвижного состава для проверки соблюдения условий размещения и крепления груза дистанционно, без подъема на высоту приемосдатчика груза и багажа или иных сотрудников транспортных компаний, задействованных в процедуре подготовки подвижного состава к перевозке. Рассмотрены преимущества технических характеристик разрабатываемого устройства в рамках российского рыночного сегмента.

**Ключевые слова:** коммерческий осмотр, железнодорожный транспорт, подвижной состав, система видеоконтроля, погрузочно-разгрузочная работа, оптимизация производства.

*G.I. Gidlevskaia, K.A. Shitikova, N.V. Shaferova*

*Krasnoyarsk Institute of Railway Transport, Krasnoyarsk, Russian Federation.*

## **OPTIMIZATION OF COMMERCIAL INSPECTION OF FREIGHT ROLLING STOCK BY DEVELOPING A PORTABLE COMPACT CAR VIDEO MONITORING SYSTEM**

**Abstract.** The article discusses the problem of low efficiency of the procedure for conducting a commercial inspection of freight railway rolling stock due to the need to carry out this kind of work at height, which requires employees to have a special work permit. The relevance of this issue is confirmed by the factor of reduced efficiency when receiving and sending cargo, which entails unnecessary economic, time and labor costs for the Russian Railways holding company. As a solution, the development of a portable compact video monitoring system for the inspection of loaded and empty cars with the introduction of artificial intelligence has been proposed. This device will allow for commercial inspection of cars when accepting goods for transportation in order to clean the car and the remains of previously transported goods, as well as loaded open rolling stock to check compliance with conditions placement and securing of cargo remotely, without lifting to the height of the cargo and baggage receiver or other employees of transport companies involved in the procedure for preparing rolling stock for transportation. The advantages of the technical characteristics of the device being developed within the Russian market segment are considered.

**Keywords:** commercial inspection, railway transport, rolling stock, video monitoring system, loading and unloading, production optimization.

### **Введение**

В современной России грузовые перевозки играют важнейшую роль для страны, обеспечивая ключевую инфраструктуру для перевозки товаров по всей территории государства. Это способствует развитию экономики, обеспечивает снабжение регионов и поддерживает различные отрасли, например, сельское хозяйство, добывающую промышленность, производство. Грузовые перевозки также являются ключевым стратегическим элементом внешней торговли, укрепляя экономические связи России с другими странами.

Железная дорога, в частности, является важнейшим средством для передвижения грузов, играя ключевую роль в транспортировке товаров по стране. Наибольшая доля грузовых

перевозок приходится именно на железнодорожный транспорт. Важную роль в обеспечении эффективности и надежности перевозок по сети железных дорог играет оптимизация производства и переработки грузов. В контексте железнодорожных перевозок в России, где расстояния могут быть значительными, оптимизация перевозочного процесса позволяет сокращать временные и финансовые затраты, улучшая общую эффективность транспортной системы. Процедура коммерческого осмотра вагонов является важным звеном в общей системе переработки грузов и управлении качеством грузовых перевозок железнодорожным транспортом. Коммерческий осмотр подвижного состава позволяет выявить возможные дефекты или повреждения, которые могут повлиять на безопасность перевозки или привести к задержкам доставки грузов. Этот процесс также важен с точки зрения контроля за соблюдением договорных условий и стандартов предоставляемых услуг.

### **Введение**

На сегодняшний день процедура проведения осмотра грузового подвижного состава после погрузочно-разгрузочных работ осложнена необходимостью подъема сотрудников на высоту с помощью использования лестниц вагонов или специализированных эстакад. Данный вид работ напрямую сопряжен с экономическими, трудовыми и временными затратами. Это связано с необходимостью наличия у сотрудников наряд-допуска для работы на высоте, в ходе получения которого необходимо пройти обучение, отрываясь от процесса производства на длительные сроки. Проблематика выполнения процедуры коммерческого осмотра осложнена и таким фактором, как необходимость в обеспечении работников средствами защиты от падения и дополнительной специализированной одеждой. Также, зачастую, площадки грузовых фронтов, на которых производится осмотр подвижного состава после погрузочно-разгрузочных работ находится в отдалении от рабочего места сотрудника, ответственного за проведение осмотра. Данный метод проверки подвижного состава является устаревшим и малоэффективным, а вышеизложенные факты являются дополнительными критериями экономических потерь для транспортных компаний, включая холдинг ОАО «РЖД».

### **Решение**

Для обеспечения повышения эффективности проведения коммерческого осмотра на железнодорожном транспорте была разработана переносимая компактная телескопическая система видеоконтроля осмотра вагонов с внедренным искусственным интеллектом и лазерными измерительными приборами. Данное устройство представляет собой видеозаписывающее и измерительное оборудование, шарнирно прикрепленное к телескопическому держателю с локтевым упором, а также связанное программным обеспечением с планшетным экраном и компьютером с рабочего места приемосдатчиков груза и багажа. Система позволяет производить осмотр порожних вагонов после его очистки на предмет остатков ранее перевозимых грузов, а также груженого подвижного состава на предмет правильности крепления и размещения грузов в вагоне. Благодаря разработке системы на основе искусственного интеллекта и внедрению лазерного измерительного оборудования, устройство способно распознавать остатки грузов в подвижном составе, а также средства крепления погруженного груза и измерять их. Оборудование видео фиксации изображения и программное обеспечение системы обладает возможностью передачи изображения на рабочее место приемосдатчика груза и багажа, что позволяет производить осмотр дистанционно решает ключевую из поставленных проблем – подъем сотрудников на высоту. Шарнирное крепление увеличивает угол обзора видеокамеры. Благодаря внедрению искусственного интеллекта система способна самообучаться в условиях местной работы на конкретной станции, архивировать данные о ранее произведенных осмотрах, в дальнейшей перспективе позволяя уменьшать количество погрешностей и ошибок, связанных с человеческими факторами. Устройство также обладает современными системами защиты от воздействия крайне низких температур (до  $-40^{\circ}\text{C}$ ) и защиты от поражения электрическим током от контактной сети электрификации железных дорог. Разрабатываемая система несет

высокую эффективность в оптимизации переработки грузов и перевозочного процесса, что позволяет сократить излишние издержки производства.

### **Технические характеристики и визуализация устройства**

Переносимая компактная телескопическая система видеоконтроля осмотра вагонов включает в себя:

1) Насадку на гибкой стойке со сверхширокоугольным объективом:

Угол обзора камеры – 135°.

Длина – 555 мм.

Вес – 300 г.

2) Удлиненную досмотровую штангу (УДШ):

Длина УДШ вместе с устройством видеонаблюдения – до 5/6 м;

Длина УДШ в сложенном виде – 1,2 м.

Вес - до 1,05 кг.

3.1) Устройство видео отображения (УВ) – Смартфон:

Диагональ экрана - 4".

Яркость ЖК-панели устройства визуального отображения – 315 кд/м<sup>2</sup>.

Степень защищенности IP67.

Вес (с чехлом) – 215 г.

3.2) Устройство видео отображения (УВ) – Планшетный компьютер:

Диагональ экрана- 8,4".

Яркость жидкокристаллической панели устройства визуального отображения – 650 кд/м<sup>2</sup>.

Степень защищенности IP64.

Вес – 1,6 кг.

4) Локтевой упор с фиксатором поворота досмотровой штанги.

5) Транспортная тара – кейс.

6) Дополнительные устройства, идущие в комплекте – зарядное устройство, аккумуляторы:

Размеры – 140x60x25 см.

Общий вес устройства составляет ~2 кг.

Визуальная модель устройства представлена на рисунке 1.



**Рис. 1. Визуализация прототипа переносимого телескопического устройства видеоконтроля коммерческого осмотра вагонов**

### **Конкурентный анализ**

Для оценки рентабельности и актуальности разрабатываемой системы был произведен конкурентный анализ рынка схожих технологий, обеспечивающих оптимизацию процедуры

коммерческого осмотра грузового подвижного состава. В перечень данных систем вошли: Цифровой приемосдатчик, ИИТ, DSSL, L-1 Identity Solutions, ПАО «Ростелеком». На сегодняшний день вышеперечисленные технологии уже внедрены в производственный процесс железнодорожной отрасли России, что позволяет выявить реальные преимущества и недостатки разрабатываемой технологии проведения коммерческого осмотра. Конкурентный анализ приведен в таблице 1.

Таблица 1 - Конкурентный анализ

	Переносимая телескопическая система видеоконтроля	Цифровой приемосдатчик	ИИТ	DSSL	L-1 Identity Solutions	ПАО «Ростелеком»
Эксплуатационная температура, °С	-40	-20	-20	-30	-30	-30
Возможность производства коммерческого осмотра груженого открытого подвижного состава	+	-	-	-	-	-
Способность распознавания средств креплений	+	-	-	-	-	-
Время автономной работы, (при температуре воздуха - 15 °С)	5-6	1	3-4	-	-	-
Примерная стоимость, тыс. руб.	150	30	350	248,5	250	150

Исходя из информации, приведенной в таблице 1 можно выделить следующие преимущества переносимой компактной телескопической системы видеоконтроля осмотра вагонов перед конкурентными технологиями:

- пригодность к эксплуатации при температурах до -40°С, что приносит крайне высокую эффективность в условиях сурового климата России;
- возможность осмотра не только порожнего подвижного состава на предмет остатков груза после его выгрузки, но и груженных вагонов с целью определения правильности крепления и размещения груза;
- способность распознавания креплений груза в перспективе с помощью внедрения искусственного интеллекта и лазерных измерительных приборов;
- сравнительно высокое время автономной работы (5-6 ч.) при достаточно низких температурах воздуха;
- относительно низкая стоимость с учетом расширенного функционала устройства.

Стоит отметить, что подобных на разрабатываемую систему продуктов на рынке российского сегмента не существует, а это означает, что предлагаемый вариант решения поставленной проблематики уникален.

Также был произведен анализ зарубежного опыта оптимизации коммерческого осмотра вагонов, который показал, что вопрос того, как организована переработка грузов, в научной и популярной литературе практически не освещен.

### **План разработки системы**

По мере разработки решения поставленной проблематики был создан среднесрочный план внедрения в производство переносимой телескопической системы видеоконтроля осмотра вагонов на ближайшие два года. Опираясь на него, можно сказать о том, что практически весь первый год будут затронуты такие аспекты, как: исследование рынка, параллельная закупка необходимого оборудования и комплектующих для сборки устройства; разработка программного обеспечения (ПО); внедрение искусственного интеллекта (ИИ); тестирование работы устройства, выявление ошибок работы программного обеспечения,

настройка и контроль обучения искусственного интеллекта; связка разрабатываемой системы с уже существующими в работе сети железных дорог (например, АСКО ПВ); обучение сотрудников компетенциям правильного и наиболее эффективного метода использования системы. Данные меры необходимы для снижения возможных погрешностей при проведении процедуры коммерческого осмотра, что позволяет в дальнейшем наиболее эффективно оптимизировать переработку грузов на железнодорожном транспорте. Во второй год реализации продукта планируется окончательное внедрение устройства в эксплуатационный процесс и завершение доработки всех связующих компонентов системы. Сведения о среднесрочном планировании разработки, тестирования и внедрения системы на рынок сведены в таблицу, представленную на рисунке 2.

Задачи/цели	Месяца																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Исследование рынка	■	■	■																					
Закупка оборудования	■	■	■																					
Разработка ПО		■	■	■																				
Сборка тестового образца				■	■	■	■	■																
Внедрение ИИ				■	■	■	■	■																
Тесты работоспособности								■	■	■	■	■												
Доработка													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Подключение к АСКО ПВ													■											
Введение в эксплуатацию													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Сервисное обслуживание																								

**Рис. 2. Среднесрочный план разработки, тестирования и реализации предлагаемой системы**

Все элементы данного плана позволяют добиться высокого уровня оптимизации переработки грузов, а также снижения стоимости конечного продукта на третий год реализации. По расчетным критериям рентабельность на третий год эксплуатации составляет около 47,59%, а экономические и временные издержки на подготовку сотрудников к работе на высоте сокращаются до 5 раз. Также стоит отметить фактор уменьшения длительности процедуры коммерческого осмотра, что позволяет оптимизировать процесс переработки грузов до 10 раз, повышая уровень общей эффективности всей транспортной системы России.

### **Заключение**

Таким образом, из всех вышеизложенных материалов можно сделать вывод о том, что ключевое значение для экономического роста России, помимо иных факторов, играет фактор эффективности грузовых перевозок по всей транспортной сети страны. Разработка переносимой компактной системы видеоконтроля осмотра грузового железнодорожного подвижного состава представляет собой значимый шаг в оптимизации процедуры коммерческого осмотра для всей транспортной отрасли в целом.

Эта инновационная технология привносит несколько ключевых выгод, которые способствуют улучшению безопасности, эффективности и экономии времени в процессе переработки грузов. Компактность предлагаемой системы и ее маленький вес обеспечивают гибкость и мобильность в использовании. Видеосъемка в высоком разрешении, применение современного программного обеспечения и искусственного интеллекта обеспечивают точный анализ данных как глазами приемодатчиков, так и машинным интеллектом, позволяя оперативно выявлять и предотвращать потенциальные ошибки, архивировать данные о ранее производимых осмотрах.

Этот инструмент не только сокращает время, затрачиваемое на коммерческий осмотр, но и уменьшает риски в работе для персонала, обеспечивая более безопасные условия труда. Такое инновационное решение подчеркивает стремление к совершенствованию и оптимизации процессов в железнодорожной отрасли, что в итоге способствует повышению эффективности и качества грузовых перевозок в России.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Стратегия развития Холдинга «РЖД» на период до 2030 года, – М: ОАО «РЖД», 20.12.2013 г (дата обращения: 06.12.2023).

2. Приказ Министерства транспорта РФ от 7 декабря 2016 г. № 374 "Об утверждении Правил приема грузов, порожних грузовых вагонов к перевозке железнодорожным транспортом"

3. Официальный сайт ОАО «РЖД» [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <http://rzd.ru> (дата обращения: 09.12.2023). – Текст электронный.

4. Козлова, А. В. Логистический анализ актуальных проблем железнодорожной отрасли России / А. В. Козлова // Молодой ученый. — 2023. — № 29 (476). — С. 83-87. — URL: <https://moluch.ru/archive/476/104944/> (дата обращения: 10.12.2023) . — Текст : непосредственный.

5. Оленцевич, В.А. Оценка целесообразности внедрения системы АСКО ПВ 3D, с целью оперативного и качественного обнаружение коммерческих неисправностей подвижного состава / В.А. Оленцевич, А.А. Оленцевич, Ю.О. Гуд // Наука сегодня - Вологда, 2020 - с. 23-24. – Текст : непосредственный.

6. Карпухина, М. А. Современные системы коммерческого осмотра вагонов / М. А. Карпухина, Д. И. Селиверов // Технические науки в России и за рубежом : материалы II Междунар. науч. конф. (г. Москва, ноябрь 2012 г.). — Москва : Буки-Веди, 2012. — С. 125-127. — URL: <https://moluch.ru/conf/tech/archive/55/2959/> (дата обращения: 06.12.2023). — Текст : непосредственный.

7. Гришкова, Д. Ю. Анализ причин возникновения коммерческих неисправностей на сети железных дорог Российской Федерации / Д. Ю. Гришкова // Проблемы и перспективы экономики и управления : материалы VI Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, декабрь 2017 г.). — Санкт-Петербург : Свое издательство, 2017. — С. 215-219. — URL: <https://moluch.ru/conf/econ/archive/263/13499/> (дата обращения: 10.12.2023). — Текст : непосредственный.

8. Волынкин, И.Е. Повышение эффективности коммерческого осмотра поездов и вагонов / И.Е. Волынкин, В.В. Денисов // Молодежная наука в XX веке: традиции, инновации, векторы развития - Самара, 2017 - с. – Текст : непосредственный.

9. Герами, В. Д. Городская логистика. Грузовые перевозки : учебник для вузов / В. Д. Герами, А. В. Колик. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 343 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15024-7 // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/519583> (дата обращения: 12.12.2023). — Текст : электронный.

## REFERENCES

1. Development strategy of the Russian Railways Holding for the period until 2030, - М: JSC Russian Railways, 12/20/2013 (date of access: 12/06/2023).

2. Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation dated December 7, 2016 No. 374 “On approval of the Rules for the acceptance of cargo, empty freight cars for transportation by rail”

3. Official website of JSC Russian Railways [Electronic resource]. –Access mode: <http://rzd.ru> (date of access: 12/09/2023). – The text is electronic.

4. Kozlova, A. V. Logistic analysis of current problems of the railway industry in Russia / A. V. Kozlova // Young scientist. - 2023. - No. 29 (476). - pp. 83-87. — URL: <https://moluch.ru/archive/476/104944/> (date of access: 12/10/2023). — Text: direct.

5. Olentsevich, B.A. Assessing the feasibility of introducing the ASKO PV 3D system for the purpose of prompt and high-quality detection of commercial faults in rolling stock / V.A. Olentsevich, A.A. Olentsevich, Yu.O. Good // Science today - Vologda, 2020 - p. 23-24. – Text: direct.

6. Karpukhina, M. A. Modern systems for commercial inspection of wagons / M. A. Karpukhina, D. I. Seliverov // Technical sciences in Russia and abroad: materials of the II International. scientific conf. (Moscow, November 2012). - Moscow: Buki-Vedi, 2012. - pp. 125-127. — URL: <https://moluch.ru/conf/tech/archive/55/2959/> (access date: 12/06/2023). — Text: direct.

7. Grishkova, D. Yu. Analysis of the causes of commercial faults on the railway network of the Russian Federation / D. Yu. Grishkova // Problems and prospects of economics and management: materials of the VI International. scientific conf. (St. Petersburg, December 2017). - St. Petersburg: Own publishing house, 2017. - pp. 215-219. — URL: <https://moluch.ru/conf/econ/archive/263/13499/> (access date: 12/10/2023). — Text: direct.

8. Volynkin, I.E. Improving the efficiency of commercial inspection of trains and cars / I.E. Volynkin, V.V. Denisov // Youth science in the twentieth century: traditions, innovations, development vectors - Samara, 2017 - p. – Text: direct.

9. Gerami, V. D. Urban logistics. Freight transportation: textbook for universities / V. D. Gerami, A. V. Kolik. - Moscow: Yurayt Publishing House, 2023. - 343 p. - (Higher education). — ISBN 978-5-534-15024-7 // Educational platform Urayt [website]. — URL: <https://urait.ru/bcode/519583> (access date: 12/12/2023). — Text: electronic.

### **Информация об авторах**

*Шаферова Надежда Валерьевна* – старший преподаватель, Красноярский институт железнодорожного транспорта, г. Красноярск, e-mail: [shaferova\\_nv@krsk.irkups.ru](mailto:shaferova_nv@krsk.irkups.ru)

*Гидлевская Ирина Руслановна* – студент, Красноярский институт железнодорожного транспорта, г. Красноярск, e-mail: [annagashh@mail.ru](mailto:annagashh@mail.ru)

*Шитикова Карина Анатольевна* - студент, Красноярский институт железнодорожного транспорта, г. Красноярск, e-mail: [k\\_shitikova03@mail.ru](mailto:k_shitikova03@mail.ru)

### **Information about the authors**

Shaferova Nadezhda Valerievna – senior lecturer, Krasnoyarsk Institute of Railway Transport, Krasnoyarsk, e-mail: [shaferova\\_nv@krsk.irkups.ru](mailto:shaferova_nv@krsk.irkups.ru)

Gidlevskaya Irina Ruslanovna – student, Krasnoyarsk Institute of Railway Transport, Krasnoyarsk, e-mail: [annagashh@mail.ru](mailto:annagashh@mail.ru)

Shitikova Karina Anatolyevna - student, Krasnoyarsk Institute of Railway Transport, Krasnoyarsk, e-mail: [k\\_shitikova03@mail.ru](mailto:k_shitikova03@mail.ru)