

К. И. Доманов¹, С. Г. Истомин¹, Н. К. Крылов¹

¹*Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск, Российская федерация*

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ ПАССАЖИРСКИМИ ПОЕЗДАМИ

Аннотация. В данной работе рассмотрены этапы информатизации работы железнодорожного транспорта в связи с ростом значимости железнодорожной отрасли в социально-экономической сфере, приведено определение понятия «информационных технологий». В статье разобран и описан автоматизированный программный комплекс, позволяющий применить единый подход к сменно-суточному планированию эксплуатационной работы, осуществляемой на сети ОАО «РЖД» при управлении поездами. В работе описан процесс использования автоведения поездов, что позволило достичь повышения пропускной способности железнодорожного полигона. Описана цель внедрения единой интеллектуальной системы управления и автоматизации производственных процессов на железнодорожном транспорте, которая позволит осуществить централизованную работу всего производственного процесса на железных дорогах. Рассмотрены перспективы автоматизации работы локомотивной бригады путём передачи обязанностей и задач помощника машиниста искусственному интеллекту. Даны выводы о возможных достижениях, которые может дать внедрение этих технологий.

Ключевые слова: автоведение, железнодорожный транспорт, машинное обучение, локомотивная бригада, информационные технологии, информатизация, искусственный интеллект, график движения поездов, умные системы, поезд

K. I. Domanov¹, S. G. Istomin¹, N. K. Krylov¹

¹*Omsk State Transport University, Omsk, Russia*

INFORMATION TECHNOLOGY IN PASSENGER TRAIN CONTROL

Abstract. In this paper, the stages of informatization of railway transport work are considered in connection with the growing importance of the railway industry in the socio-economic sphere, the definition of the concept of "information technology" is given. The article analyzes and describes an automated software package that allows you to apply a unified approach to shift-daily planning of operational work carried out on the network of JSC "Russian Railways" when managing trains. The paper describes the process of using the automatic movement of trains, which made it possible to achieve an increase in the capacity of the railway landfill. The purpose of the introduction of a unified intelligent control system and automation of production processes in railway transport, which will allow for the centralized operation of the entire production process on the railways, is described. The prospects of automating the work of the locomotive crew by transferring the duties and tasks of the driver's assistant to artificial intelligence are considered. Conclusions are given

Keywords: automated driving, railway transport, machine learning, locomotive crew, information technologies, informatization, artificial intelligence, train schedule, smart systems, train

Введение

На сегодняшний день железные дороги – один из самых быстрых способов перевозок грузов и пассажиров. С ростом городов и населения значимость железнодорожного транспорта также увеличивается. В связи с этим назрела необходимость повышения эффективности работы железных дорог, для чего в эту отрасль активно внедряются новые информационные технологии.

Проблема заключается в том, что системы, используемые сегодня в работе железных дорог, преимущественно ориентированы на решение частных задач, при этом в них недостаточно развиты системы поддержки принятий решений при управлении производственными процессами в режиме реального времени. Из-за этого отсутствует возможность планирования, моделирования и прогнозирования общих ситуаций. Это, в свою очередь, ведет к тому, что не существует инструментов для координации действий всех участников производственного процесса.

Что касается управления пассажирскими поездами, система “ЭЛЬБРУС” позволила внедрить режимы автоматического ведения поездов, которые предназначены для автоматизированного управления подвижным составом, и обеспечивают соблюдение правил безопасности движения и соблюдения заданного времени движения на основе выбора наиболее энергоэффективного режима движения. Эти режимы способны выполнять вычисление параметров движения состава в режиме реального времени, самостоятельно управлять тягой и тормозами состава, реализовывать как визуальную, так и голосовую связь с машинистом, регистрировать параметры поезда в процессе движения на кассету и контролировать исправность оборудования состава [6].

Одним из ключевых преимуществ этого режима в пассажирских перевозках является точное соблюдение расписания. Исследования, проведенные для проверки соблюдения оптимальных графиков движения, показали, что этот режим имеет значительно меньшее количество поездов с нарушениями графика по сравнению с ручным управлением. Эта особенность автоматического ведения является основой для организации движения пассажирских составов в соответствии с текущими суточными графиками, созданными с использованием системы “ЭЛЬБРУС”.

Применение автоведения позволило достичь повышения пропускной способности железнодорожных линий благодаря значительно возросшей плотности движения поездов, увеличения экономии энергии в процессе тяги поездов более чем на 20%, значительно возрос уровень комфорта пассажиров во время поездок, а также, что не мало важно, это позволило добиться снижения износа локомотивов и поездов в целом.

Дальнейшая информатизация

В разделе, затрагивающем умные системы, приведенном в программе инновационного развития ОАО «РЖД» перечислены проекты, предполагающие внедрение информационно-управляющих технологий. Эти проекты направлены на автоматизацию всей цепочки бизнес-процессов одновременно, а именно: управление как подвижным составом, так и локомотивными бригадами, планирование станционной эксплуатационной работы и т.д.

Одним из таких проектов является “Единая интеллектуальная система управления и автоматизации производственных процессов на жд транспорте” или ИСУЖТ.



Рис. 2. Функциональная схема ИСУЖТ

Для улучшения качества транспортного обслуживания и оптимизации взаимодействия между производственными подразделениями РЖД планируется использование именно этой системы, как основной автоматизированной системы управления [7].

Ключевым аспектом такого решения является применение искусственного интеллекта, что сделает возможным решение ряда проблем, таких как, например, осуществление скоординированного комплексного управления эксплуатационной работой с использованием единой информационной модели всеми работниками, занимающимися перевозочным процессом.

Еще одним важным моментом является возможность реализации оперативного фиксирования всех событий, произошедших во время эксплуатационной работы, за счет взаимодействия компонентов системы с различными устройствами железнодорожной автоматики, включая системы контроля технического состояния локомотива во время движения поезда, а также системы идентификации вагонов и локомотивов с использованием радиочастотной идентификации и системы ГЛОНАСС.

Другой, немаловажной, задачей является реализация функции оперативного прогнозирования перевозок и финансовая оценка непродуктивных потерь в процессе работы.

Область применения искусственного интеллекта весьма разнообразна, а направление научных и практических исследований последнего очень многогранно. В связи с этим, с целью ускорения и систематизации работы с ИИ в масштабах как РЖД, так и государства в целом были приняты важные программные документы, главным из которых стал Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации», утвердивший Национальную стратегию развития искусственного интеллекта на период до 2030 года [8].

В соответствии с этим указом, в ОАО «РЖД» реализуются несколько других проектов, связанных с внедрением искусственного интеллекта в дополнение к ИСУЖТ, а именно: внедрение интеллектуальных систем автоматики и телемеханики и систем управления, создания цифровых локомотивов, вагонов, станций и т.д. Внедряется биометрическая идентификация пассажиров, дистанционное зондирование Земли с использованием спутников и беспилотных летательных аппаратов [9].

Поскольку на сегодняшний день железнодорожный транспорт является одним из самых быстрых способов грузоперевозок, с целью экономии и повышения грузоперевозок, происходит активный переход локомотивных бригад от состава машинист и помощник, до управления поездом в «одно лицо». В связи с этим нагрузка на машиниста возрастает, т.к. обязанности бывших помощников также ложатся на его плечи [10]. Решением этой проблемы может быть внедрение того же искусственного интеллекта или нейронной сети с использованием машинного обучения. Оно направлено на создание компьютера, который ведёт себя как человек.

Это может достигаться путём использования методов глубокого обучения «Deep Learning methods», которые позволят компьютеру научиться распознавать речь и сигналы, как звуковые, так и визуальные [11], что даст возможность оптимизировать и автоматизировать работу локомотивной бригады, работающей «в одно лицо» путём передачи обязанностей и задач помощника машиниста искусственному интеллекту.

Для этого отлично подойдёт система «Computer vision-based security system», ее функционирование заключается в обработке информации, поступающей из сети связанных между собой физических объектов, искусственным интеллектом, и принятии на основе этой обработки соответствующих решений. Схема работы системы представлена на рис. 3.

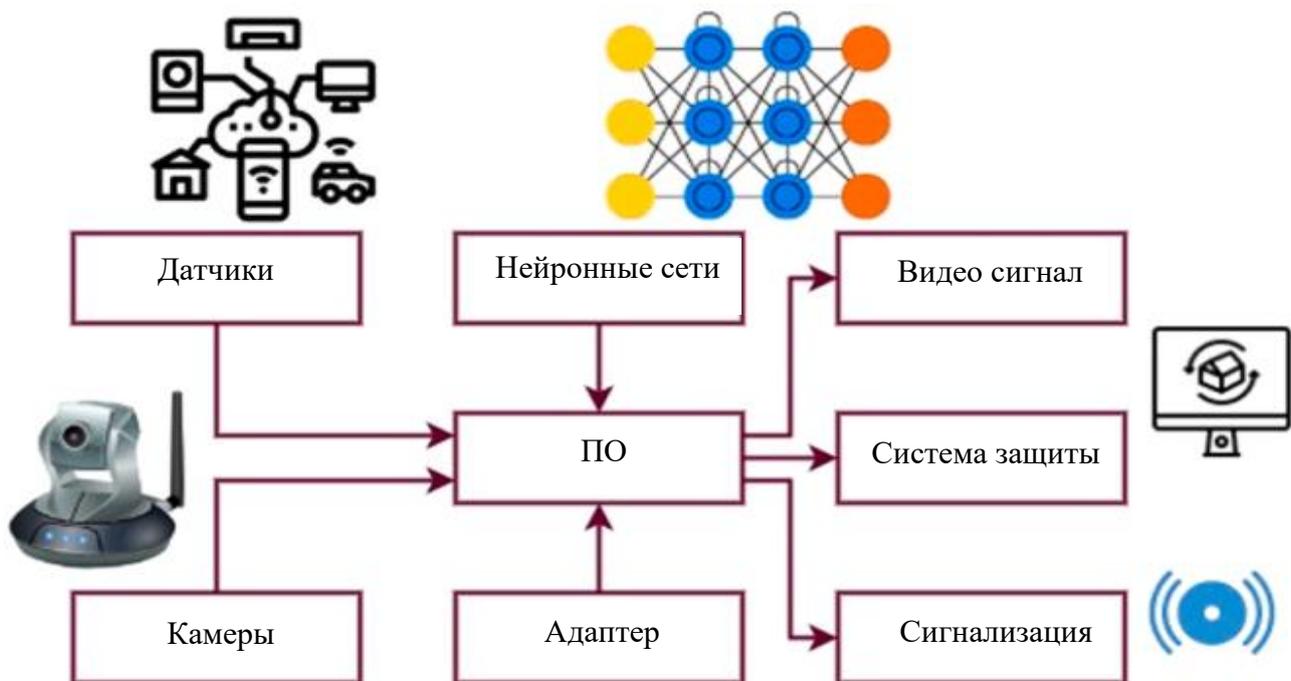


Рис. 3. Схема работы «Security system»

Описанная система предназначена преимущественно для быстрого распознавания и обработки изображений с целью организации системы защиты и не только. В своей работе Security system использует нейронную сеть «YOLO Deep Network». Она представляет собой интегрированную систему с использованием различных информационных технологий для решения обширного количества всевозможных задач. Благодаря высокой скорости обработки результатов, за счет использования указанной нейронной сети, Security system имеет хороший потенциал для внедрения в работу на железных дорогах при высоких скоростях сообщения.

Также существует возможность внедрения последних достижений в области автотранспорта, например таких, как транспортная сеть. Она связывает между собой до 3 транспортных, идущих по одному маршруту, для передачи таких данных, как местоположение, состояние поезда, наличие препятствий на пути и т.д. Создание такой сети может позволить автоматизировать управление подвижными составами и повысить безопасность движения благодаря наличию информации о состоянии впереди идущих составов и составов, идущих позади [1].

Выводы. Информация, представленная в статье, позволяет получить общее представление о том, что такое информационные технологии, узнать какие из них применяются в области железнодорожного транспорта и, в частности, того, что касается процесса управления пассажирскими поездами.

Рассмотренные технологии могут в перспективе быть применены для автоматизации и централизации управления поездами. Применение искусственного интеллекта и машинного обучения позволит не только понизить нагрузку на локомотивную бригаду, но и обеспечить безопасность движения поездов путём предупреждения о состоянии локомотива, пути и непосредственно машиниста.

Применение транспортной сети позволит в теории повысить пропускную способность, т. к. поезда будут связаны единой сетью и, соответственно иметь информацию о каждом подвижном составе, находящемся на перегоне на данный момент.

Вместе эти технологии способны повысить качество перевозочного процесса, скорость перевозок и их безопасность, снизить вероятность аварийных ситуаций и предупредить отказ оборудования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Anjum Naweeda, Ganesh Balakrishnana, Jillian Dorrianb. Going solo: Hierarchical task analysis of the second driver in “two-up” (multi-person) freight rail operations // *Applied Ergonomics* 70 (2018) 202–231 – P. 202.
2. ГОСТ Р 59853-2021 «Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения»: утверждён и введён в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 ноября 2021 г. № 1520-ст : введён впервые : дата введения 2022-01-01 / разработан АО «ВНИИС» и ООО «ИАВЦ».
3. Варгунин В.И., Москвичев О.В. Информационные технологии и автоматизированные системы управления на железнодорожном транспорте : учебное пособие для вузов железнодорожного транспорта. – Самара : СамГАПС, 2007. – 234 с.
4. David Elliott, Walter Keen, Lei Miao. Recent advances in connected and automated vehicles // *journal of traffic and transportation engineering (english edition)* 2019; 6 (2): 109 – 131 – P. 124.
5. Мугинштейн Л.А., Виноградов С.А., Кирякин В.Ю., Ляшко О.В., Анфиногенов А.Ю., Ябко И.А. Инновационный проект «Эльбрус» // *Железнодорожный транспорт*. – 2014. – № 1.
6. Кирякин В.Ю., Ляшко О.В., Анфиногенов А.Ю., Новгородцева А.В. Реализация полигонной технологии с использованием АПК «Эльбрус» // *Железнодорожный транспорт*. – 2014. – № 6. – С. 18–25.
7. Инновационное развитие инфраструктурного комплекса ОАО «РЖД» // *Евразия Вести*. – 2014. – № 7. URL: www.eav.ru/publ.php?page=1&publid=2014-07a01 (дата обращения 13.10.2023).
8. Указ Президента РФ от 10.10.2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации». URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44731>.
9. Автоматизированная система ведения и анализа графика исполненного движения ГИД «УРАЛ-ВНИИЖТ»: Руководство оператора // ОАО «РЖД», Научно-производственное объединение «ГИД-Урал». – Екатеринбург, 2004. – 87 с.
10. MM Kamruzzaman, Omar Alruwaili. AI-based computer vision using deep learning in 6G wireless networks // *Computers and Electrical Engineering* 102 (2022) 108233 – P. 14.
11. Охотников А. Л., Зажигалкин А. В. Искусственный интеллект для железной дороги // *Автоматика, связь, информатика*. 2021. № 5. С. 30–34. ISSN 0005–2329.

REFERENCES

1. Anjum Naweeda, Ganesh Balakrishnana, Jillian Dorrianb. Going solo: Hierarchical task analysis of the second driver in “two-up” (multi-person) freight rail operations // *Applied Ergonomics* 70 (2018) 202–231 – P. 202.
2. GOST R 59853-2021 «Informatsionnye tekhnologii. Kompleks standartov na avtomatizirovannye sistemy. Avtomatizirovannye sistemy. Terminy i opredeleniia» [Information technology. A set of standards for automated systems. Automated systems. Terms and definitions] : utverzhden i vveden v deistvie Prikazom Federal'nogo agentstva po tekhnicheskomu regulirovaniu i metrologii ot 19 noiabria 2021 g. no 1520-st : vveden v pervye : data vvedeniia 2022-01-01 / razrabotan AO «VNIIS» i OOO «IAVTS».
3. Vargunin V.I., Moskvichev O.V. Informatsionnye tekhnologii i avtomatizirovannye sistemy upravleniia na zheleznodorozhnom transporte : uchebnoe posobie dlia vuzov zheleznodorozhnogo transporta [Information technologies and automated control systems in railway transport : a textbook for railway transport universities]. Samara: SamGAPS, 2007. 234 p.
4. David Elliott, Walter Keen, Lei Miao. Recent advances in connected and automated vehicles // *journal of traffic and transportation engineering (english edition)* 2019; 6 (2): 109 – 131 – P. 124.

5. Muginshtein L.A., Vinogradov S.A., Kiriakin V.IU., Liashko O.V., Anfinogenov A.IU., IAbko I.A. Innovatsionnyi proekt «El'brus» [Innovative project "Elbrus"]. ZHeleznodorozhnyi transport [Railway transport]. 2014. no 1.

6. Kiriakin V.IU., Liashko O.V., Anfinogenov A.IU., Novgorodtseva A.V. Realizatsiia poligonnoi tekhnologii s ispol'zovaniem APK «El'brus» [Implementation of landfill technology using the agro-industrial complex "Elbrus"]. ZHeleznodorozhnyi transport [Railway transport]. 2014. no 6. pp. 18–25.

7. Innovatsionnoe razvitie infrastruktornogo kompleksa OAO «RZHD» [Innovative development of the infrastructure complex of JSC «Russian Railways»] // Evraziia Vesti [Eurasian News]. 2014. no 7. URL: www.eav.ru/publ1.php?page=1&publid=2014-07a01 (Accessed 10.13.2023).

8. Ukaz Prezidenta RF ot 10.10.2019 g. no 490 «O razvitii iskusstvennogo intellek-ta v Rossiiskoi Federatsii» [Decree of the President of the Russian Federation No. 490 dated 10.10.2019 "On the development of artificial intelligence in the Russian Federation"]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44731>.

9. Avtomatizirovannaia sistema vedeniia i analiza grafika ispolnennogo dvizheniia GID «URAL-VNIIZHT»: Rukovodstvo operatora [Automated system for maintaining and analyzing the schedule of executed movement GUIDE "URAL-VNIIZHT": Operator's Manual]. OAO «RZHD», Nauchno-proizvodstvennoe obединenie «GID-Ural» [JSC "Russian Railways", Scientific and Production Association "GID-Ural"]. Ekaterinburg, 2004. 87 p.

10. MM Kamruzzaman, Omar Alruwaili. AI-based computer vision using deep learning in 6G wireless networks // Computers and Electrical Engineering 102 (2022) 108233 – P. 14.

11. Okhotnikov A. L., Zazhigalkin A. V. Iskusstvennyi intellekt dlia zheleznoi dorogi [Artificial intelligence for the railway]. Avtomatika, sviaz', informatika [Automation, communication, computer science]. 2021. no 5. S. 30–34. ISSN 0005–2329.

Информация об авторах

Доманов Кирилл Иванович – канд. техн. наук, доцент кафедры «Подвижной состав электрических железных дорог», Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск, e-mail: dki35@ya.ru

Истомин Станислав Геннадьевич – канд. техн. наук, доцент кафедры «Подвижной состав электрических железных дорог», Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск, e-mail: istomin_sg@mail.ru

Крылов Никита Константинович – студент кафедры «Подвижной состав электрических железных дорог», Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск, e-mail: krylov_nikich@mail.ru

Authors

Domanov Kirill Ivanovich – Ph. D. in Engineering Sciences, Associate Professor, the Subdepartment of Rolling stock of electric railways, Omsk State Transport University, Omsk, e-mail: dki35@ya.ru

Istomin Stanislav Gennadievich – Ph. D. in Engineering Sciences, Associate Professor, the Subdepartment of Rolling stock of electric railways, Omsk State Transport University, Omsk, e-mail: istomin_sg@mail.ru

Krylov Nikita Konstantinovich – student, the Subdepartment of Rolling stock of electric railways, Omsk State Transport University, Omsk, e-mail: krylov_nikich@mail.ru

Для цитирования

For citations