

Бортовой комплекс предиктивной диагностики локомотивов АО «Трансмашхолдинг»

Синельников Игорь Александрович, руководитель проектов ООО «ТМХ Интеллектуальные Системы»

Контактные данные: 107113, Москва, ул. 3-я Рыбинская, 18, стр. 22; тел. +7 (495) 899-01-95, e-mail: igor.sinelnikov@tmhsmart.ru

Аннотация: Данная статья представляет результаты разработки и тестирования бортового комплекса предиктивной диагностики локомотивов, предназначенного для повышения надежности техники, снижения количества отказов и неплановых ремонтов. В работе представлено описание методологии разработки комплекса, особенности сбора и анализа данных, а также алгоритмов прогнозирования возможных отказов. Кроме того, приводятся результаты полевых испытаний и тестирования комплекса на реальных условиях эксплуатации локомотивов. Представленные в статье данные могут быть полезны специалистам в области разработки и эксплуатации железнодорожного транспорта.

Ключевые слова: вибродиагностика, электровоз «Ермак», надежность локомотива, отказы на линии, предиктив.

Система, обеспечивающая вождение соединенных поездов одной локомотивной бригадой

Худорожко Максим Викторович, к.т.н., Заведующий лабораторией «Электровозы» научного центра «Тяга поездов» АО «ВНИИЖТ»

Елисеев Игорь Александрович, к.т.н., ведущий научный сотрудник лаборатории «Электровозы» научного центра «Тяга поездов» АО «ВНИИЖТ»

Стельмашенко Александр Владимирович, научный сотрудник лаборатории «Электровозы» научного центра «Тяга поездов» АО «ВНИИЖТ»

Контактная информация: 129626, г. Москва, ул. 3-я Мытищинская, д. 10, тел. +7 (495) 602-80-44, e-mail: khudorozhko.maksim@vniizht.ru

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы обеспечения вождения соединенных поездов одной локомотивной бригадой. Описан программно-аппарат-

Onboard complex of predictive diagnostics of TMH JSC locomotives

Igor Sinelnikov, Project Manager of “TMH Intelligent Systems” LLC

Contact information: Bldg. 22, 18, 3rd Rybinskaya street, Moscow, 107113, tel. +7 (495) 899-01-95, e-mail: igor.sinelnikov@tmhsmart.ru

Abstract: The author presents the results of development and testing of locomotive onboard complex of predictive diagnostics, which was designed to increase the reliability of equipment, reduce the number of breakages and unplanned repairs. The author provides a description of the methodology of complex development, peculiarities of data collection and analysis, algorithms of possible failures prediction. The results of field studies and trials of the complex in actual operating conditions are also given in the article. The article can be useful to specialists in the field of development and exploitation of railway transport.

Key words: vibration-based diagnostics, electric locomotive Ermak, locomotive reliability, line failures, predictive.

System for the driving of linked multiple trains by one locomotive crew

Maxim Khudorozhko, Cand. Sc. (Engineering), “Electric locomotive” laboratory chief of Scientific Center “Train Traction”, VNIIZHT JSC

Igor Eliseev, Cand. Sc. (Engineering), “Electric locomotive” laboratory leading researcher of Scientific Center “Train Traction”, VNIIZHT JSC

Alexander Stelmashenko, “Electric locomotive” laboratory researcher of Scientific Center “Train Traction”, VNIIZHT JSC

Contact information: 10, 3rd Mytischinskaya Street, Moscow, Russia, 129626, tel. +7(495)602-80-44, e-mail: khudorozhko.maksim@vniizht.ru

Abstract: The article considers the issues of ensuring of single locomotive crew driving linked multiple trains. The authors describe software and hardware complex of

ный комплекс системы управления локомотивом для исследования продольно-динамических усилий в составе соединенного поезда, дана оценка результатов математического моделирования. Описан интерфейс состояния аппаратов ведомого локомотива и перечень аппаратов, управляемых с ведущего локомотива.

Ключевые слова: соединенный поезд, радиоканал, динамические испытания, алгоритмы программного обеспечения, моделирование.

the locomotive control system for studying longitudinal-dynamic forces in a linked multiple train. The results of mathematical modeling are assessed in the article. The interface of the devices condition in the driven locomotive and the list of devices controlled from the leading locomotive are described by the authors.

Key words: Linked multiple train, radio channel, dynamic testing, software algorithms, modeling.

Инновации в диагностике колесных пар подвижного состава путевыми магнитоиндукционными датчиками

Соломин Владимир Александрович, д.т.н., профессор кафедры «Электрические машины и аппараты» ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения»

Штанке Вероника Валериевна, начальник Научно-внедренческого центра «Безопасность транспорта» ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения»

Контактная информация: 344038, г. Ростов-на-Дону, пл. им. Ростовского стрелкового полка народного ополчения, д. 2, тел. +7 (800) 707-19-29, e-mail: ema@rgups.ru; Arnold.shtanke@yandex.ru

Аннотация: Этапы динамичного расширения железнодорожной сети согласно Стратегии развития железнодорожного транспорта (2016–2030 годы) [1] предусматривают создание условий для формирования новых точек экономического роста страны, выхода на мировой уровень технологического и технического развития железнодорожного транспорта и значительного повышения конкурентоспособности российских железных дорог. Существенные результаты в повышении эффективности работы железнодорожной отрасли могут быть достигнуты при применении технологий Big Data, IoT, Blockchain в рамках цифровизации железных дорог. Разработка и внедрение цифровых технологий позволят конструкторским центрам по-новому компоновать объекты железнодорожной автоматики, повышая при этом эффективность их работы при экономии средств на изготовление и эксплуатацию. Приоритетными направлениями развития железнодорожной отрасли являются обеспечение стабильного и безопасного функционирования железнодорожной

Innovations in diagnostics of wheel pairs of rolling stock by track magnetic induction sensors

Vladimir Solomin, Ph.D. (Engineering), Professor of the Electrical machines and devices Department, Rostov State Transport University

Veronika Shtanke, Head of the Scientific and Innovation Center “Transport Safety”, Rostov State Transport University

Contact information: 2, Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolcheniya Sq., Rostov-on-Don, 344038, tel. +7 (800) 707-19-29, e-mail: ema@rgups.ru; Arnold.shtanke@yandex.ru

Annotation: The stages of the dynamic expansion of the railway network, according to the «Strategy for the development of railway transport (2016-2030)» [1], envisage the creation of conditions for the formation of new points of economic growth in the country, reaching the world level of technological and technical development of railway transport and significant increase of competitiveness of Russian railways. Significant results in improving the efficiency of the railway industry can be achieved with the application of Big Data, IoT, Blockchain technologies in the framework of railway digital transformation. The development and implementation of digital technologies will allow design centres to redesign railway automation facilities while increasing their efficiency in conditions of saving money on production and operation costs. Priority areas for railway sector development are ensuring stable and safe railway infrastructure functioning, improving the availability and quality of railway transport services, implementation of a set of measures, which are aimed to remove infrastructure constraints. The introduction of intelligent systems for the safe functioning of freight and passenger high-speed rolling stock was highlighted as one of the most important measures to improve the efficiency

инфраструктуры, повышение доступности и качества услуг железнодорожного транспорта, а также реализация комплекса мер, направленных на устранение инфраструктурных ограничений. Среди важнейших задач по повышению эффективности железнодорожной сети были выделены меры по внедрению интеллектуальных систем для безопасной эксплуатации грузового и пассажирского высокоскоростного подвижного состава [2]. Техническая диагностика при движении поезда — это процесс оценки состояния объекта, включающий мониторинг текущего технического состояния объекта и прогнозирование временного интервала, в течение которого работоспособность объекта в критическом, предаварийном состоянии будет сохраняться [3]. Для оценки надежности и степени гарантии безотказной, безотцепочной службы подвижного состава необходимо расширять функциональные возможности применяемого диагностического оборудования, обеспечивающего непрерывный контроль состояния объектов железнодорожного транспорта.

Ключевые слова: магнитоиндукционный датчик, мониторинг колеса, износ колесной пары, датчик колеса, сигналы от датчика.

Применение технологий искусственного интеллекта для железнодорожного транспорта

Попов Павел Александрович, к.т.н., заместитель генерального директора — директор СПбФ АО «НИИАС»

Контактная информация: 109029, г. Москва, ул. Нижегородская 27 стр.1, тел. +7 (812) 380-53-03, e-mail: p.popov@vniias.ru

Аннотация: В статье рассмотрен опыт применения нейронных сетей для автоматизации движения поездов в части технического зрения для обнаружения препятствий и распознавания железнодорожных знаков, сигналов. Приведены примеры используемых технологий искусственного интеллекта, дано описание особенностей работы с наборами данных — датасетами — для обучения нейронных сетей.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, искусственный интеллект, нейронные сети, техническое зрение, обнаружение препятствий, датасет, беспилотный поезд, локомотив.

of the railway network [2]. Technical diagnostics during the movement of a train is the process of assessing the condition of an object including monitoring the current technical condition of the object and pre-operative forecasting the time interval, during which the operation of the object is critical shall be saved [3]. In order to assess the reliability and guarantee of the reliable trouble-free service of rolling stock it is necessary to expand the functionality of the diagnostic equipment used to ensure continuous monitoring of railway facilities.

Key words: magnetic-induction sensor, wheel monitoring, wheel deterioration, wheel sensor, sensor signals.

Application of AI technologies in railway transport

Pavel Popov, Cand.Sc. (Engineering), Deputy general director – director of the Saint Petersburg branch, «NIIAS» JSC

Contact information: Bldg. 1, 27, Nizhegorodskaya street, Moscow, 109029, tel. +7 (812) 380-53-03, e-mail: p.popov@vniias.ru

Annotation: The authors consider the experience of using neural networks for railway traffic automation in terms of technical vision for detecting obstacles and recognizing railway signs and signals. The article contains practical use cases of artificial intelligence technologies and description of the features of working with datasets for training neural networks.

Key words: railway transport, artificial intelligence, neural networks, technical vision, obstacle detection, dataset, unmanned train, locomotive.

От цифрового пути к цифровым технологиям

Прохоров Владимир Михайлович, к.т.н., технический эксперт отдела цифровых решений для путевого комплекса ООО «Синара Алгоритм»

Колесников Кирилл Владимирович, генеральный директор ООО «Синара Алгоритм»

Сластенин Александр Юрьевич, ведущий научный сотрудник отдела цифровых решений для путевого комплекса ООО «Синара Алгоритм»

Контактная информация: 109147, Москва, ул. Таганская, д. 17-23, тел.: +7 (916) 434-68-37, +7 (495) 258-71-64 (доб. 20891), +7 (916) 826-20-46, e-mail: ProhorovVM1@sinara-group.com; KolesnikovKV@sinara-group.com; SlasteninaU@sinara-group.com

Аннотация: Паспортом стратегии цифровой трансформации транспортной отрасли до 2030 года, разработанным во исполнение ряда поручений Президента и Правительства Российской Федерации, одним из недостатков отмечается «отсутствие цифрового инструмента контроля состояния объектов транспортной инфраструктуры (существующих и строящихся), включая предиктивную аналитику необходимости обслуживания и ремонта». В качестве решения предлагается реализовать проект «Цифровые двойники объектов транспортной инфраструктуры», который за счет создания информационной системы учета и планирования работ/затрат на проектирование, строительство, ремонт и содержание объектов транспортной инфраструктуры позволит достичь снижения расходов на транспортную инфраструктуру, включая предиктивную оптимизацию обслуживания и ремонтов. ООО «Синара Алгоритм» представляет первые результаты перехода к цифровым технологиям при решении задач путевого комплекса на примере внедрения системы DTscan.

Ключевые слова: инфраструктура, железнодорожный путь, диагностика железнодорожных путей, комфорт проезда пассажиров, цифровой путь, система диагностики.

From digital railway track to digital technologies

Vladimir Prokhorov, Cand. Sci. (Eng.), Technical expert of Digital Solutions for the railway track complex department, "Sinara Algorithm" LLC.

Kolesnikov Kirill Vladimirovich, General Director, "Sinara Algorithm" LLC.

Slastenin Aleksander Yuryevich, Leading researcher of Digital Solutions for the railway track complex department, "Sinara Algorithm" LLC.

Contact information: 17-23, Taganskaya st., Moscow, 109147, tel. +7 (916) 434-68-37, +7 (495) 258-71-64 (доб. 20891), +7 (916) 826-20-46, e-mail: ProhorovVM1@sinara-group.com; KolesnikovKV@sinara-group.com; SlasteninaU@sinara-group.com.

Abstract: The "Passport of the digital transformation strategy of the transport industry" until 2030 was developed in pursuance of Instructions from the President and the Government of the Russian Federation. One of its weaknesses is "the lack of a digital tool for monitoring the condition of transport infrastructure facilities including predictive analytics for maintenance and repair." As a solution, it is proposed to implement the project "Digital twins of transport infrastructure facilities", which will allow to achieve a reduction in transport infrastructure costs including predictive optimization of maintenance and repairs. LLC "Sinara Algorithm" presents the first results of the transition to digital technologies in solving the problems of the track complex on the example of the implementation of the DTscan system.

Key words: infrastructure, railway track, diagnostics of the railway track, passenger comfort, digital railway track, diagnostic system.

Практические кейсы и возможности применения технологий машинного обучения в железнодорожной отрасли

Харин Олег Владимирович, заместитель генерального директора по цифровой трансформации Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ)

Кулагин Максим Алексеевич, к.т.н., начальник Центра искусственного интеллекта Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ), доцент кафедры «Управление и защита информации» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта» (РУТ) Галицын Максим Андреевич, директор Центра технологических информационных систем Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ)

Янченко Герман Олегович, инженер-программист Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ)

Контактная информация: 129626, г. Москва, ул. 3-я Мытищинская, д. 10, тел. +7(499)260–41–11, e-mail: kharin.oleg@vniizht.ru, kulagin.maxim@vniizht.ru, galitsyn.maksim@vniizht.ru, yanchenko.german@vniizht.ru

Аннотация: В статье показана актуальность исследований в области искусственного интеллекта (ИИ). Все рассуждения авторов подкреплены тремя примерами по применению технологий ИИ в железнодорожной отрасли. Разработаны алгоритмы прогнозирования остаточного ресурса тяговых электродвигателей, создан интеллектуальный агент на базе больших языковых моделей для взаимодействия со специалистами ОАО «РЖД», а также представлен пример применения алгоритмов компьютерного зрения для обнаружения опасных объектов на пути поезда. Авторы подчеркивают важность этих технологий для оптимизации процессов и повышения безопасности в железнодорожной сфере, предоставляя перспективные решения для современных вызовов данной отрасли.

Ключевые слова: предиктивная аналитика, большая языковая модель, нейронная сеть, компьютерное зрение, детектирование.

Practical cases and application opportunities of machine learning technologies in the railway industry

Oleg Kharin, Deputy General Director for Digital Transformation, Railway Research Institute of JSC Russian Railways (VNIIZHT)

Maksim Kulagin, Cand. Sc. (Engineering), Head of the AI Centre, Railway Research Institute of JSC Russian Railways (VNIIZHT), Assoc. Prof. of the Department of Management and Protection of Information of Russian University of Transport (MIIT)

Maksim Galitsyn, Director of the Technological Information Systems Center, Railway Research Institute of JSC Russian Railways (VNIIZHT)

German Yanchenko, Software Engineer, Railway Research Institute of JSC Russian Railways (VNIIZHT)

Contact information: 10, 3rd Mytishchinskaya street, Moscow, 129692, tel. +7(499)260–41–11, e-mail: kharin.oleg@vniizht.ru, kulagin.maxim@vniizht.ru, galitsyn.maksim@vniizht.ru, yanchenko.german@vniizht.ru

Abstract: The article shows the relevance of research in the field of artificial intelligence (AI). All the authors' conclusions are supported by three examples of the application of AI technologies in the railway industry. Algorithms of forecasting the residual life of traction electric motors have been developed, an intelligent agent has been created on the basis of large language models for interaction with specialists of RZD JSCO. The authors give an example of using computer vision algorithms to identify potential hazards in the train path. The authors emphasize the importance of these technologies for optimizing processes and improving safety in the railway sphere providing promising solutions for modern challenges in this industry.

Key words: predictive analytics, large language model, neural network, computer vision, demodulation.

К вопросу выбора рациональных характеристик связей в горизонтальной плоскости экипажа скоростного моторвагонного подвижного состава для эксплуатации на полигонах с большим количеством кривых малого радиуса

Коссов Валерий Семенович, д.т.н, профессор, генеральный директор АО «Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт подвижного состава» (АО «ВНИКТИ»)

Березин Василий Витальевич, к.т.н., ведущий научный сотрудник АО «ВНИКТИ»

Ильин Илья Евгеньевич, заведующий лабораторией динамики экипажных частей подвижного состава отдела динамики АО «ВНИКТИ»

Пономарёв Андрей Сергеевич, заведующий лабораторией динамики приводов и виброакустики подвижного состава отдела динамики АО «ВНИКТИ»

Контактная информация: 140402, Российская Федерация, Московская область, г. Коломна, ул. Октябрьской революции, 410, тел.: +8(496)618-82-48, berezin-vv@vnikti.com

Аннотация: В статье проведен анализ динамических и по воздействию на путь результатов испытаний моторвагонного подвижного состава, выполненного по конструкторской документации зарубежных стран. Отмечен высокий уровень силового воздействия экипажа на путь в кривых участках, приводящий к сверхнормативному износу гребней колес. Выявлены существенные превышения жесткости поперечной связи колесных пар с рамой тележки и момента сопротивления повороту тележек рекомендованных значений, полученных на основании проведенных многочисленных испытаний и моделирования. Для снижения износа гребней колес предложены варианты модернизации тележек.

Ключевые слова: уровень силового воздействия на путь в кривых, модернизация тележек, поперечная жесткость колесной пары, лемнискатный механизм.

On the issue of choosing rational characteristics of the horizontal plane links of the high-speed multiple-unit rolling stock undercarriage for operation on the landfills with a large number of sharp curves

Valeriy Kossov, Ph.D. (Engineering), Professor, General Director, JSC "Scientific-Research and Design-Technology Institute of Rolling Stock" (VNIKTI JSC)

Vasily Berezin, Cand. Sci. (Engineering), Leading Researcher, VNIKTI JSC

Ilya Ilyin, Head of Dynamics of rolling stock crew parts Laboratory of Dynamics Division, VNIKTI JSC

Andrey Ponomarev, Head of Drive Dynamics and Vibration Acoustics of Rolling Stock Laboratory of Dynamics Division, VNIKTI JSC

Contact information: 410, Oktyabrskoy Revolutsii str., Kolomna, Moscow Region, 140402, tel.: +8(496)618-82-48, e-mail: berezin-vv@vnikti.com

Abstract: The authors conducted the analysis of the dynamic and impact on the path of test results of motor carriage rolling stock constructed on foreign design documentation. The authors detected a high level of crew force influence on the path in the curved sections resulting in excess wear of the wheel ridges. The article contains substantial exceedances of the rigidity of the cross-coupling of the wheelsets with the trolley frame and of the torque of the bending resistance of the recommended values obtained by numerous tests and simulations. In order to reduce the wear of the wheel ridges, variants for modernizing trolleys are proposed in the article.

Key words: level of force impact onto the track in curves, bogie modernization, lateral rigidity of the wheel pair, lemniscate mechanism.

Промышленность России: итоги 2023 года

Шкарупа Антонина Александровна, старший эксперт-аналитик отдела специальных проектов департамента ТЭК Института проблем естественных монополий (ИПЕМ)

Рудаков Евгений Николаевич, заместитель руководителя департамента ТЭК, руководитель отдела экономико-математического моделирования и прогнозирования Института проблем естественных монополий (ИПЕМ)

Контактная информация: 127473, г. Москва, ул. Краснопролетарская, 16 стр. 1, тел. +7 (495) 690-14-26, e-mail: pr@ipem.ru

Аннотация: В работе проведен анализ динамики и структуры промышленного производства в России за 2024 год. Общий уровень состояния производства и спроса на промышленную продукцию измерен при помощи индексов ИПЕМ-производство и ИПЕМ-спрос, а также индекса промышленного производства Росстата (ИПП). В статье предоставлен анализ взаимосвязей между ценами, потреблением и добычей энергоресурсов, состоянием промышленности в России и зарубежных странах. В условиях дефицита статистических данных авторами проанализировано состояние российской обрабатывающей промышленности по группам отраслей – низко-, средне- и высокотехнологичным, приведены примеры реализованных крупных инвестпроектов и запущенных новых производств.

Ключевые слова: экономический рост, индекс ИПЕМ-спрос, индекс ИПЕМ-производство, динамика промышленного производства, ограничивающие факторы развития.

Russian industry: results of 2023

Antonina Shkarupa, Senior Expert-Analyst of Department of Special Projects of Energy Sector Research Division, Institute of Natural Monopolies Research (IPEM)

Evgeny Rudakov, Deputy Head of Energy Sector Research Division, Head of the Department of Economic-Mathematical Modeling and Forecasting, Institute of Natural Monopolies Research (IPEM)

Contact information: Bldg. 1, 16, Krasnoproletarskaya str., Moscow, 127473, tel. +7 (495) 690-14-26, e-mail: pr@ipem.ru

Abstract: The paper analyzes the dynamics and structure of industrial production in Russia in 2024. The overall level of production and demand for industrial products is measured using the IPEM-production and IPEM-demand indices, as well as the Rosstat Industrial Production Index (IPI). The article provides an analysis of the interrelationships between prices, consumption and production of energy resources, the state of industry in Russia and foreign countries. In conditions of a shortage of statistical data, the authors analyzed the state of the Russian manufacturing industry by groups of industries — low, medium and high-tech, gave examples of implemented large investment projects and launched new industries.

Key words: infrastructure, railway track, diagnostics of the railway track, passenger comfort, digital railway track, diagnostic system.