



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН



TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI
Tashkent state
transport university

МАТЕРИАЛЫ

ВТОРОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

«ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ:
проблемы, решения, перспективы»

НИЦЖТ

ISBN 978-9910-9561-0-2



9 789910 956102

Ташкент
19–22 апреля 2023 г.

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
(ТГТУ)**

Научно-исследовательский центр железнодорожного транспорта

**«ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ:
проблемы, решения, перспективы»**

**МАТЕРИАЛЫ
ВТОРОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ**

Ташкент, 19–22 апреля 2023 г.

**ТАШКЕНТ
2023**

УДК 629.4
ББК 39.2

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ: проблемы, решения, перспективы: материалы Второй Международной научно-технической конференции (Ташкент, 19–22 апреля 2023 г.). – Т.: ТГТУ, 2023. – 562 с.

В сборнике представлены материалы конференции, организованной Министерством транспорта Республики Узбекистан, Ташкентским государственным транспортным университетом и Научно-исследовательским центром железнодорожного транспорта.

В научных работах участников конференции рассмотрены вопросы испытаний, ремонта и эксплуатации высокоскоростного, моторвагонного и специального подвижного состава, локомотивов и вагонов. Особое внимание уделено динамике, прочности и надежности подвижного состава, увеличению осевых нагрузок, улучшению технико-экономических параметров вновь проектируемых вагонов, внедрению новых технических решений в конструкциях вагонов и средствах их диагностики, безопасности подвижного состава, охране труда и окружающей среды, цифровой трансформации и социально-экономическим системам на транспорте.

Сборник предназначен для инженерно-технических работников железнодорожного транспорта, а также будет полезен для магистрантов, базовых докторантов, студентов старших курсов и специалистов в области подвижного состава.

Научные статьи, опубликованные в настоящем сборнике материалов второй международной научно-технической конференции «Железнодорожный подвижной состав: проблемы, решения, перспективы», приравнены к публикациям в зарубежных научных журналах, включенных в перечень изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертационных исследований в области транспорта, строительства, машиностроения и машиноведения, обработки материалов в машиностроении, металлургии и авиационной техники (решение Президиума Высшей аттестационной комиссии Республики Узбекистан от 01.04.2023, № 336/3).

УДК 629.4
ББК 39.2

Редакционная коллегия: Р.В. Рахимов (гл. редактор), Ю.Н. Мансуров

ISBN 978-9910-9561-0-2

© ТГТУ, 2023

УДК 656.2:656.073

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СПРОСА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗКАХ В КАЗАХСТАНЕ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОГНОЗОВ

М. Султанбек, Н. Адилова

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан

***Аннотация.** Исследование показало, что анализ временных рядов повышает точность прогнозирования спроса на грузовые железнодорожные перевозки в Казахстане. Точность прогнозирования имеет решающее значение для эффективного планирования ресурсов в организациях, особенно в отрасли железнодорожных грузовых перевозок, где многие факторы могут влиять на будущие объемы и обороты. Однако традиционных экспертных методов уже может быть недостаточно для удовлетворения современных требований. В этой статье сравнивается точность прогнозов спроса, сделанных с использованием авторегрессионного интегрированного скользящего среднего (ARIMA) и экспертных методов, и делается вывод о том, что анализ временных рядов с использованием ARIMA может значительно повысить точность. Исследование предполагает, что интеграция анализа временных рядов в практику предприятия может принести пользу предприятиям транспортной отрасли в Казахстане за счет улучшения прогнозирования спроса и распределения ресурсов, что приведет к повышению успеха в бизнесе.*

***Ключевые слова:** прогнозирование спроса, железнодорожные грузовые перевозки, регрессионный анализ, оценка качества прогнозов.*

USING REGRESSION ANALYSIS FOR DEMAND FORECASTING IN RAILWAY FREIGHT TRANSPORTATION IN KAZAKHSTAN AND EVALUATING THE QUALITY OF THE FORECASTS

M. Sultanbek, N. Adilova

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

***Abstract.** Study finds time series analysis improves demand forecasting accuracy for railway freight transportation in Kazakhstan. The accuracy of demand forecasting is crucial for efficient resource planning in organizations, particularly in the railway freight transportation industry where many factors can influence future volume and turnover. However, traditional expert methods may no longer be sufficient to meet modern requirements. This article compares the*

accuracy of demand forecasts made using autoregressive integrated moving average (ARIMA) and expert methods, and finds that time series analysis using ARIMA can significantly improve accuracy. The study suggests that integrating time series analysis into enterprise practice can benefit transportation industry enterprises in Kazakhstan by improving demand forecasting and resource allocation, resulting in improved business success.

Keywords: *demand forecasting, railway freight transportation, regression analysis, quality assessment of forecasts.*

Introduction

Accurate demand estimation is crucial for effective planning and decision-making in any organization, providing input for departments such as marketing, production, distribution, and finance [1]. For transport companies like Joint Stock Company “National Company “Kazakhstan Temir Zholy” (KTZ), forecasting future demand is critical for success and provides input for planning and control of functional areas such as transport operations planning, marketing, and finance [2]. KTZ is a significant player in the rail transportation industry, with over 21.000 km of railway lines, a fleet of approximately 46.000 freight cars, more than 2.000 passenger cars, and over 1.8 thousand locomotives. Accurate demand estimation helps businesses plan and organize accordingly [3]. The demand for railway transportation services is calculated based on the volume of cargo transportation in tons multiplied by the distance transported in kilometers, also known as freight turnover. Tariff freight turnover, which considers the shortest distance between the loading and unloading points, is used to estimate demand and is the basis for calculating future revenues from freight traffic. To generate accurate forecasts, various forecasting methods have been developed using qualitative and quantitative approaches, including mixed or combined models [4].

Literature review

Numerous studies have focused on constructing models to describe the demand for rail services, including [2, 5-8]. However, most of these studies concentrate on analyzing cities where demand for rail transport is driven by urban sprawl and deteriorating road transport conditions. Fewer models have been developed to assess the functioning of larger national rail networks, such as those in Sweden and India [9, 10]. Additionally, [11] reviewed the application of data envelopment analysis (DEA) in the transport sector. [12] propose various models to forecast demand in the regular passenger transport industry and compare them to choose the best one.

The objective of this study is to identify parameters of a mathematical model of rail cargo transport performance based on historical data to make reliable forecasts of future demand. The study investigates the national (Kazakhstan) railway system, proposes several models dedicated to this type of empirical data, establishes selection criteria, identifies the best model, and assesses its accuracy and effectiveness. Demand analyses and forecasts are crucial for developing

transport policies, but demand data are not always available due to a lack of appropriate mathematical models for generating forecasts. Thus, it is essential to analyze railway systems in various countries to select appropriate methods for forecasting transport performance.

Methodology

KTZ relies on an individual using MS Excel and Access for demand planning of cargo transportation via rail. However, this method has limitations and can lead to a deterioration in the quality of forecasts. To improve the process, KTZ plans to automate it using modern software such as SAP HANA and IBS SPSS Modeler (hereafter, SPSS). A pilot study was conducted using specialized software to forecast future traffic and freight turnover. The study involved collecting data from KTZ systems and macroeconomic indicators, creating and testing a model using 2012-2016 test data, generating a monthly forecast for 2017, and evaluating the forecast's quality using the MAPE or MAE method. The quality of the forecast was compared between the manual forecast made by Marketing and Tariff Policy Department (hereafter, MTPD) experts and the forecast made by specialized software.

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \frac{|Z(t) - X(t)|}{Z(t)} * 100\%. \quad (1)$$

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N |Z(t) - X(t)|. \quad (2)$$

SPSS, a specialized software for data analysis and forecasting, was chosen due to its top ranking in the Gartner 2017 Data Science platform category. Three techniques were utilized to determine the most effective approach: ARIMA model, neural net model, and autofitting. In the experiment, five years from 2012 to 2016 of monthly historical data on traffic volume for 13 aggregated cargo categories were analyzed using SPSS. The correlation between the macro indicators and historical data was analyzed using special tools in SPSS. The best forecast generated by SPSS (ARIMA) was compared with the actual data for 2017 and the MTPD forecast generated by the old method described in the introduction section of the article.

Results and Discussion

The research results and experiment are shown in the graph below (figure 1), comparing freight traffic for all goods and cargo types. The green line shows the forecast of MTPD KTZ experts, the blue line shows the ARIMA forecast, and the red line shows the actual traffic in 2017. The ARIMA forecast closely matches the actual traffic from the third month of 2017, while the expert forecast differs significantly. The MAPE indicator for the expert forecast was 9.2%, while for ARIMA it was 2.0%, indicating the superior quality of the ARIMA forecast.

The ARIMA model improved coal traffic forecasting for KTZ due to the high correlation between traffic and macro indicators, as well as coal traffic seasonality. IBM SPSS Modeler's "predictor screening" feature can identify crucial predictors for accurate forecasting by analyzing data correlation and

forecasts from leading agencies. The study used 260 indicators from various data sources and acquired macro indicators with the right format and frequency for correlation analysis. Using these methods reduces forecast and planning time from 3 months to 3-5 days, develops more forecasting scenarios, reduces average monthly forecast errors, and enables accurate calculation of demand volume and timing. Combining automation and MTPD experts' knowledge leads to significant progress in demand forecasting and business planning at KTZ.

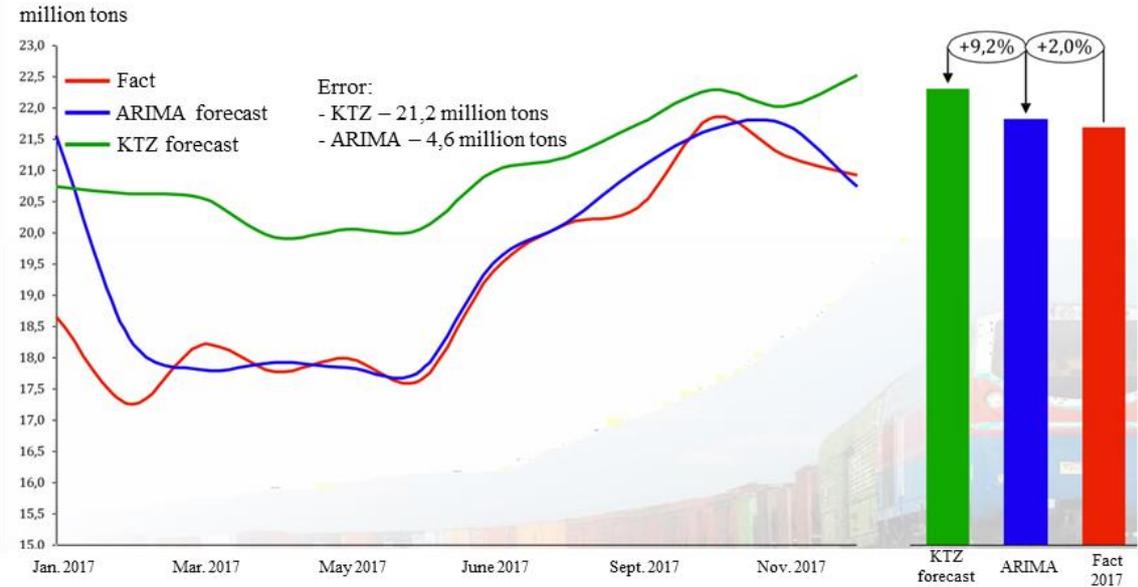


Figure 1 – Cumulative traffic forecast for all nomenclature and message types compared to the 2017 fact and MTPD KTZ forecast

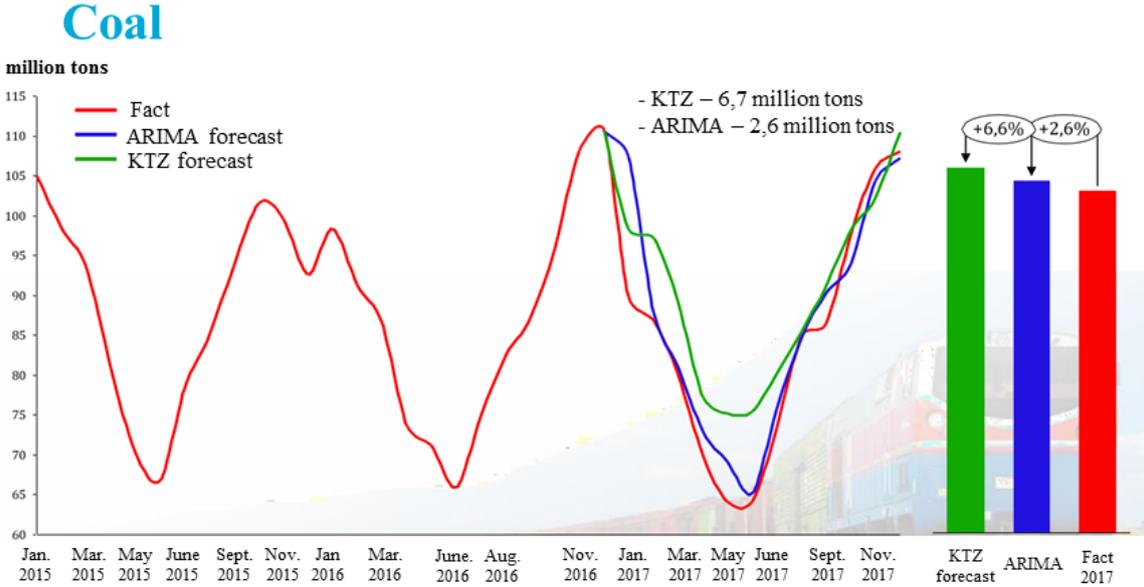


Figure 2 – Comparison of fact with MTPD experts' forecast and SPSS simulation result (ARIMA model) on the total coal transportation volume in all modes of communication

Here are some key areas for improvement when using forecasting systems with ARIMA models:

1. Inadequate data can lead to less accurate forecasting results, as seen in some cases where IBM SPSS forecasting results were inferior to KTZ forecast results. When historical data is insufficient, the “expert” forecasting method may be the only alternative.

2. While the system can generate automatic forecasts, corrections by an expert may still be necessary to fully comprehend the forecast and evaluate its reasonableness. Any changes made by an expert to the “automatic” forecast must be documented for future training.

3. Using a larger number of predictors can potentially improve the accuracy of the forecast. However, limited macro- and microeconomic indicators in the Republic of Kazakhstan are a natural limitation of the system.

4. Maintenance and updates are required for any data analysis and forecasting system to receive and upload new traffic data and predictors. The benefits of using the system should outweigh the costs of maintaining it.

Conclusions

The study evaluated two forecasts for freight transportation accuracy in Kazakhstan Temir Zholy (KTZ) using historical data and macroeconomic indicators analyzed and forecasted with IBM SPSS Modeler. The forecasts were compared to actual data for 2017 and forecast data by MTPD experts. Modern mathematical and statistical models like SPSS were comparable to those created by experts, particularly for goods with complete data and historical transportation volume. The study suggests implementing these models in Kazakhstan’s largest enterprises, including the transport industry, which can save up to 8,000 man-hours of work. The study’s methodology, results, and recommendations were implemented in practice at KTZ. The study led to the launch of the “Integrated Planning System” project.

References

1. Punia S. Predictive analytics for demand forecasting: A deep learning-based decision support system / S. Punia, S. Shankar // *Knowledge-Based Systems*. – 2022. – Vol. 258. – P. 109956-1–11.

2. Milenković M. SARIMA modelling approach for railway passenger flow forecasting / M. Milenković, L. Švadlenka, V. Melichar, N. Bojović, Z. Avramović // *Transport*. – 2018. – Vol. 33. – Iss. 5. – P. 1113–1120.

3. Merkurjeva G. Demand forecasting in pharmaceutical supply chains: A case study / G. Merkurjeva, A. Valberga, A. Smirnov // *Procedia Computer Science*. – 2019. – Vol. 149. – P. 3–10.

4. Borucka A. Mathematical modelling as an element of planning rail transport strategies / A. Borucka, D. Mazurkiewicz, E. Lagowska // *Transport*. – 2021. – Vol. 36. – Iss. 4, P. 354–363.

СОДЕРЖАНИЕ

Аббасов А.А., Бабаев Т.А., Вирковский В., Рахимов Р.В. Современные подходы к цифровизации транспортных коридоров в странах CAREC.....	3
Абдулатипов У.И., Зайнидинов Н.С., Эркинов Б.Х., Кулманов Б.Т. Неисправности дизелей тепловозов, эксплуатируемых в условиях Республики Узбекистан и пути их предотвращения.....	9
Абдуллаев А.Ж., Раимова Д.Д. Тенденции развития предпринимательства в сфере транспорта.....	14
Алиев Т.А., Мусаева Н.Ф., Бабаев Т.А., Кадымов Р.М., Мамедова А.И. Гибридная технология адаптивного вибрационного контроля железнодорожного полотна.....	22
Бабаев Т.А., Меликова Х.Е. Возможности участия в транспортных проектах HORIZON EUROPE.....	32
Белов Н.А., Аксенов А.А., Мансуров Ю.Н., Рашидов Б.Р., Норкулов Д.Р. Перспективные, не требующие закалки, алюминиевые сплавы для вагоностроения.....	37
Борисов П.В., Воробьев А.А., Константинова Е.В. Экспериментальное исследование характеристик литий-ионной аккумуляторной батареи для тягового подвижного состава.....	44
Бороненко Ю.П., Комайданов А.А., Романова А.А., Рахимов Р.В. Влияние на показатель энергоэффективности подвижного состава характеристик грузовых вагонов и условий эксплуатации.....	54
Бороненко Ю.П., Крон И.Р., Рахимов Р.В., Рузметов Я.О. Применение цифровых моделей и средств спутниковой навигации для определения основного сопротивления движению грузовых вагонов.....	62
Вермейчик А.А., Ковецкий А.В. Формируя мобильность будущего.....	70
Вильк М.Ф., Сачкова О.С., Поярков М.Г., Самошкин О.С. Обеспечение гигиенической безопасности и условий доступности для маломобильных пассажиров в вагонах локомотивной тяги.....	75

Воробьев А.А., Федоров И.В., Самаркина И.К., Конограй О.А., Чистяков Э.Ю.	
Повышение ресурса колесных пар подвижного состава.....	82
Гегедеш М.Г., Комаровский Н.В.	
Оценка прочностных характеристик композитных подрельсовых прокладок на основе компьютерного моделирования	91
Грачев В.В., Грищенко А.В., Базилевский Ф.Ю., Курилкин Д.Н., Кормишин С.А.	
Повышение эксплуатационной эффективности тепловозов промышленного транспорта применением современных систем управления и диагностики	96
Грачев В.В., Грищенко А.В., Шрайбер М.А.	
Способы самовосстановления изоляции ТЭД	106
Григорьев П.С., Беспалько С.В., Кодиров Н.С.	
Вариант представления разрешающего уравнения полубезмоментной теории круговых цилиндрических оболочек в форме Доннелла для расчетов напряженного состояния и устойчивости котлов вагонов-цистерн	114
Гуламов А.А., Егамбердиева Х.А.	
Разработка методологии корреляционно-регрессионного анализа для определения оптимального количества вагонного парка.....	120
Евтюнин Д.Ю., Житков Ю.Б., Федьков Р.С.	
Определение параметров математического маятника, моделирующего силовое воздействие от жидкого груза на транспортное средство	137
Егоров В.Г.	
Технологии машинного зрения для задач транспорта.....	141
Жамилов Ш.Ф., Саматов Ш.А., Юсуфов А.М., Азимов С.М., Абдурасулов Ш.Х.	
Анализ показателей надежности локомотивных тяговых электродвигателей	145
Житков Ю.Б.	
Преимущества использования технологии цифрового двойника при обеспечении качества разработки изделия.....	150
Жумабеков Б.Ш., Мансуров Ю.Н., Рахимов О.О.	
Технологические параметры процесса плазменного электролитического оксидирования для алюминиевых сплавов	155
Зайниддинов Н.С., Хамидов О.Р., Абдурасулов Ш.Х.	
Анализ причин появления трещин в рамных конструкциях локомотивов и меры их предотвращения	164

Зайнитдинов О.И., Бороненко Ю.П., Абдуллаев Б.А., Йулдошов Р.М.	
Определение прочностных свойств основных несущих элементов съемного кузова.....	170
Зимакова М.В., Третьяков А.В., Коршунов В.С.	
Тележка для грузового подвижного состава с осевой нагрузкой 25 тс.....	176
Инояттов К.Х., Абдуллаев Б.А., Бороненко Ю.П., Рахматов Х.А., Шаякубов М.Ш.	
Разработка методики тарировки испытательной камеры.....	183
Карпенко М., Росляков А., Курманова Л., Петухов С., Мионов Е.	
Разработка системы для подачи аммиака в цилиндры двигателей автономных локомотивов	190
Киселев В.И., Хамидов О.Р., Инсапов Д.М., Федянин А.И., Морозов В.О.	
Системный подход анализа технического состояния конструктивных элементов тяговых электродвигателей локомотивов	198
Климова Д.В., Устинова М.В.	
Современные подходы к формированию культуры безопасности на объектах инфраструктуры железной дороги	206
Климова Т.Ф., Климова Д.В.	
Совершенствование естественнонаучной грамотности специалистов транспортной отрасли путем использования цифровых технологий	214
Клюс О.В., Щепанек М.	
Снижение уровня токсичности отработавших газов транспортных дизелей, находящихся в эксплуатации.....	222
Колясов К.М., Антропов А.Н.	
Цифровой подвижной состав: проблемы и перспективы.....	229
Курилкин Д.Н., Грачев В.В., Танаев В.Ф., Кузнецов А.А.	
О постоянстве мощности, подводимой к тяговым электродвигателям тепловозов.....	235
Маматкулов Д.Д., Мансуров Ю.Н., Жумаев А.А.	
Влияние предварительной термической обработки на деформацию углеродистых и малолегированных инструментальных сталей.....	243
Маматкулов Д.Д., Мансуров Ю.Н., Жумаев А.А.	
Влияние предварительной термической обработки на деформацию штамповых сталей	248

Мансуров С.Ю., Абдурахманов К.Х. Сопоставительный анализ трудовой миграции на основе статистических данных пассажиропотока	253
Мансуров С.Ю., Абдурахманов К.Х. Цифровое регулирование трудовой миграции методами учета пассажиропотока.....	263
Машарипов М.Н., Расулов М.Х., Суюнбаев Ш.М. Автоматизированная система выбора ниток графика для отправления грузовых поездов с удлиненными тяговыми плечами локомотивов.....	270
Машарипов М.Н., Расулов М.Х., Суюнбаев Ш.М. Эффективность привлечения частных локомотивов на тягу поездов.....	283
Мурзин Р.В., Елисеев И.А., Худорожко М.В., Стельмашенко А.В. Возможность вождения соединенных поездов на железных дорогах Республики Узбекистан с использованием локомотивов 2О'ZLR.....	288
Мустаева Г.С., Атаева Г.Б. Язык в инженерии и транспорте: техническая коммуникация, терминология и межкультурные аспекты	297
Мустаева Г.С., Филимонова Л.Ю., Сайдивалиева Б.С. Необходимость совершенствования управления системой образования в транспортном вузе	306
Наркизова Е.А., Семёнов Е.Ю. О ситуации в вагоностроении при локализации производства составных частей	318
Оганьян Э.С., Коссов В.С., Волохов Г.М., Гасюк А.С. Прогнозирование безопасной эксплуатации подвижного состава по ресурсу его несущих конструкций.....	323
Озеров А.В. Ключевые направления цифровой трансформации железных дорог	333
Отажонов Х.Х., Рахимов О.О. Совершенствование технологии наплавки направляющих поверхностей корпусов букс грузовых вагонов	345
Пименова Ю.В. Анализ условий труда путевых рабочих железнодорожного транспорта	350
Письменная А.Б., Точальная А.Ю. Взаимосвязь моделирования преобразований организационной структуры и динамики изменения уровня системности.....	359

Раджибаев Д.О., Мирякубов А.М., Мавланов А.А. Исследование системы управления тяговых преобразователей электровозов серии UZELR	364
Рахимов Р.В., Балтаев М.Б., Бороненко Ю.П., Третьяков А.В. Совершенствование метода определения показателей динамических качеств вагона метрополитена	374
Рахимов Р.В., Хикматов Ф.Ф., Зафаров Д.Ш., Галимова Ф.С. Переоборудование пассажирского вагона в динамометрический вагон для железных дорог Республики Узбекистан	385
Савельев И.Ю. Роль и необходимость реинжиниринга научно-отраслевого комплекса холдинга «РЖД» как основа развития железнодорожной отрасли	396
Сайдивалиева Б.С., Мустаева Г.С. Некоторые особенности английских железнодорожных терминов в текстах транспортной сферы русского, узбекского и китайского языков	402
Сайдинбаева Н.Дж., Исаметова М.Е., Суюнбаев Ш.М. Математическое моделирование динамики козлового крана	406
Самойлов В.В., Аксёнов В.А. Развитие цифровой среды обеспечения безопасности транспортных систем городских агломераций	413
Сачкова О.С., Наркизова Е.А., Поярков М.Г., Самошкин О.С. Современные технические решения по обеспечению безопасной эвакуации маломобильных пассажиров из вагонов локомотивной тяги	419
Семенова А.С., Федорова В.И., Ададунов А.С. Возможные пути оценки состояния колесной пары грузового вагона на основе диагностических данных	425
Султанбек М., Адилова Н. Использование регрессионного анализа для прогнозирования спроса на железнодорожных грузовых перевозках в Казахстане и оценка качества прогнозов	432
Султоналиев Д.Д., Рахимов О.О. Разработка перспективных технических решений для совершенствования технологии механизированной поверки железнодорожных вагонных весов	437

Султонов Ш.Х., Бубнов В.П.	
Надежность функционирования системы автоматического электрообогрева стрелочного перевода	442
Султонов Ш.Х.	
Разработка алгоритма метеорологического блока системы электрообогрева стрелочных переводов	451
Третьяков А.В., Зимакова М.В., Некрасова А.В., Чистосердова И.Э., Рахимов Р.В.	
Точечная и непрерывная регистрация динамических процессов с применением тензометрической колесной пары.....	458
Туманишвили Г.И., Надирадзе Т.Г., Туманишвили Г.Г.	
Совершенствование технических характеристик ходовой части подвижного состава.....	463
Федорова В.И.	
Разработка цифровых моделей вагонов и подготовка больших данных для разработки алгоритма по прогнозированию остаточного ресурса узлов и деталей вагона	475
Филимонова Л.Ю., Мустаева Г.С.	
Необходимость подбора мультимедийных материалов для обучения студентов ESP в транспортной сфере.....	483
Хаджимухаметова М.А., Абдуллаев Р.Я.	
Методика формирования параметров сортировочной горки.....	491
Хамидов О.Р., Юсуфов А.М., Абдурасулов Ш.Х., Жамилов Ш.Ф.	
Исследование напряженно-деформированного состояния рамы тележки маневровых локомотивов с помощью метода конечных элементов	504
Хамидов О.Р., Юсуфов А.М., Кодиров Н.С., Абдурасулов Ш.Х.	
Определение ресурса деталей и узлов тягового подвижного состава при помощи методов неразрушающего контроля.....	510
Щепанек М., Ключ О.В.	
Снижение уровня эмиссии токсических компонентов в выхлопных газах транспортных дизелей при использовании смеси углеводородного и синтетического топлива	514
Юлдашев Х.Х., Либерман Е.Ю., Мансуров Ю.Н.	
Окислительно-восстановительные свойства твердых растворов Ce-Zr-O ₂ легированных празеодимом	523
Юлдашев Х.Х., Либерман Е.Ю., Мансуров Ю.Н.	
Экономическая оценка полученных катализаторов автомобильных выхлопных газов	534

Юрьев П.О., Константинов И.Л., Байковский Ю.В., Партыко Е.Г., Моисеенко И.М.	
Перспективы использования алюминиевого сплава 1580 в железнодорожном транспорте.....	540
Юсупов Д.Т., Авазов Б.К.	
Очистка трансформаторного масла и улучшение эксплуатационных характеристик	545
Якушев А.В., Смольянинов А.В., Рузметов Я.О., Колясов К.М.	
Способ теоретической оценки плавности хода пассажирских вагонов	551

Научное издание

**«ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ:
проблемы, решения, перспективы»**

**МАТЕРИАЛЫ
ВТОРОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ**

**Материалы публикуются в авторской редакции, после рецензирования.
За достоверность сведений, изложенных в материалах, ответственность несут
авторы.**

Редактор: С.А. Мулламухамедов
Дизайнер и верстка: М.С. Худайбердиев

Подписано в печать 18.11.2023 г.
Формат бумаги 60×84¹/₈.
Объем 35,0 п.л. Тираж 100 экз.
Заказ №48-3/2023

Издано в типографии ТГТУ
г. Ташкент, ул. Темирийулчилар, 1.