

Обзорная статья
УДК 656.2
doi: 10.46684/2687-1033.2024.2.152-160

Развитие научно-педагогической школы кафедры «Наземные транспортно-технологические комплексы»

И.А. Иванов¹, А.А. Воробьев^{2✉}, Н.Ю. Шадрина³, И.Ю. Новосельский⁴

^{1, 2, 3, 4} Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС);
г. Санкт-Петербург, Россия

¹ ivanov_1_7@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4908-3225>

² 79219751198@yandex.ru✉; <https://orcid.org/0000-0002-0534-5687>

³ shadrina@pgups.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4908-3225>

⁴ nttk@pgups.ru

АННОТАЦИЯ

Отражены основные этапы исторического развития научно-педагогической школы цикла «Технология конструкционных металлов. Материаловедение», который является одним из направлений кафедры «Наземные транспортно-технологические комплексы». Сотрудники кафедры внесли значительный вклад в решение практических задач по оценке эффективности существующих технологических процессов восстановления профиля поверхности катания обода колесных пар, предложенных процессов торцевого фрезерования и точения при восстановлении профиля обода колес, в том числе с применением предварительного индукционного отжига для улучшения обрабатываемости, оптимизации режимов резания колес на базе методов линейного и нелинейного программирования. Выполнен большой объем исследовательских и внедренческих работ по совершенствованию технологии ремонта и повышению надежности колесно-моторного блока рельсовых экипажей подвижного состава железных дорог. Рассматривались вопросы, связанные с наплавочными работами при ремонте и повышением износостойкости наплавленных поверхностей.

Преподаватели кафедры на высоком методическом уровне проводят учебные занятия по дисциплинам, без которых невозможно представить современного инженера.

За годы работы цикла «Технология конструкционных металлов. Материаловедение» было издано большое количество учебников, учебных пособий, методических указаний и пособий по лабораторным работам и курсовому проектированию, а также сборников научных трудов, статей и монографий по основным направлениям научно-исследовательской работы.

Приведенный исторический экскурс дает представление о накопленном за многие годы научном потенциале кафедры, который может служить надежной основой для дальнейшего развития, освоения новых научных направлений.

Ключевые слова: научная школа; технология металлов; материаловедение; отраслевая лаборатория; надежность подвижного состава; ремонт; повышение износостойкости; восстановление; термообработка; наплавка

Для цитирования: Иванов И.А., Воробьев А.А., Шадрина Н.Ю., Новосельский И.Ю. Развитие научно-педагогической школы кафедры «Наземные транспортно-технологические комплексы» // Техник транспорта: образование и практика. 2024. Т. 5. Вып. 2. С. 152–160. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2024.2.152-160>.

Review article

Development of the scientific and pedagogical school of the department “Ground Transport and Technological Complexes”

Igor A. Ivanov¹, Alexander A. Vorobyov^{2✉}, Nadezhda Yu. Shadrina³, Igor Yu. Novoselsky⁴

^{1, 2, 3, 4} Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (PGUPS); Saint Petersburg, Russian Federation

¹ ivanov_1_7@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4908-3225>

² 79219751198@yandex.ru✉; <https://orcid.org/0000-0002-0534-5687>

³ shadrina@pgups.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4908-3225>

⁴ nttk@pgups.ru

© И.А. Иванов, А.А. Воробьев, Н.Ю. Шадрина, И.Ю. Новосельский, 2024

ABSTRACT

The scientific article reflects the main stages of the historical development of the scientific and pedagogical school of the cycle "Technology of structural metals. Materials Science", which is one of the areas of the department "Ground transport and technological complexes". Employees of the department made a significant contribution to solving practical problems in assessing the effectiveness of existing technological processes for restoring the tread surface profile of wheel pairs of wheels, the proposed processes of face milling and turning when restoring the wheel rim profile, including the use of preliminary induction annealing to improve machinability, optimization of cutting conditions wheels based on linear and nonlinear programming methods. A large amount of research and implementation work has been carried out to improve the repair technology and increase the reliability of the wheel-motor unit of rail crews of railway rolling stock. Issues related to surfacing operations during repairs and increasing the wear resistance of deposited surfaces were considered.

At the same time, the teachers of the department conduct training sessions on disciplines at a high methodological level, without which it is impossible to imagine a modern engineer.

Over the years of work of the cycle "Technology of Structural Metals. Materials Science" a large number of textbooks, teaching aids, guidelines and manuals on laboratory work and course design, as well as collections of scientific papers, articles and monographs on the main areas of research work were published.

The historical digression presented in this article gives an idea of the scientific potential of the department accumulated over many years, which can serve as a reliable basis for further development of new scientific directions.

Keywords: scientific school; metal technology; materials science; industry laboratory; reliability of rolling stock; repair; increase in wear resistance; restoration; heat treatment; surfacing

For citation: Ivanov I.A., Vorobyov A.A., Shadrina N.Yu., Novoselsky I.Yu. Development of the scientific and pedagogical school of the department "Ground Transport and Technological Complexes". *Transport technician: education and practice*. 2024;5(2).152-160. (In Russ.). <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2024.2.152-160>.

ВВЕДЕНИЕ

Кафедра «Технология металлов» была организована в 1930 г. профессором А.Н. Егорновым. При кафедре были созданы лаборатории материаловедения, сварки, обработки металлов резанием, а также учебные механические мастерские.

После введения в институте новых учебных планов в 1896 г. инженер А.О. Чечотт (1873–1955) начал читать учебную дисциплину «Обработка металлов». 28 января 1886 г. в институте выступал создатель диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов, известный металловед и металлург Д.К. Чернов с лекцией «О влиянии механической и термической обработки на свойства стали». В рамках изучения строительных материалов лекции по механической технологии металлов в 1900 г. читал И.И. Ярмолович.

Профессор А.Н. Егорнов руководил кафедрой до начала Великой Отечественной войны. В тот период на ней работали доценты Ф.К. Ерофеев, Л.В. Пеллер, Ю.В. Тиминский, Н.Н. Тузов и др. В 1937 г. в связи с образованием на базе электротехнического факультета Ленинградского электротехнического института инженеров сигнализации и связи (ЛЭТИИСС) также открыта самостоятельная кафедра технологии металлов, которая в 1954 г. (в связи

с объединением Ленинградского института инженеров железнодорожного транспорта (ЛИИЖТ) и ЛЭТИИСС)) была присоединена к кафедре технологии металлов ЛИИЖТ.

В 1938 г. на кафедре была организована аспирантская группа. Первыми аспирантами кафедры были воспитанники механического факультета В.А. Кузнецов, Н.Ф. Грохольский и Г.Н. Малышев, которые в 1941 г. успешно защитили кандидатские диссертации.

Во время Великой Отечественной войны значительная часть сотрудников кафедры ушла на фронт защищать Родину, многие не вернулись. Так, в 1942 г. погиб доцент Ф.К. Ерофеев, ушедший добровольцем в Ленинградскую армию народного ополчения и воевавший в должности помощника начальника штаба по разведке 1-го стрелкового полка 3-й гвардейской стрелковой дивизии.

Сотрудники, оставшиеся в блокадном Ленинграде, работали в учебных мастерских, изготавливая детали реактивных снарядов; на строительстве оборонительных сооружений вокруг города; в командах противовоздушной обороны. В 1942 г. часть работников кафедры была эвакуирована в Новосибирск, а затем в Москву, ЛЭТИИСС — в Алма-Ату.

После снятия блокады и возвращения в Ленинград сотрудников ЛИИЖТ в октябре 1944 г. кафедра возобновила свою работу.

СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННОЙ НАУЧНО- ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ШКОЛЫ КАФЕДРЫ

В ЛИИЖТ до 1954 г. кафедру возглавлял профессор Ю.Л. Бирюков, затем доцент Ю.В. Тиминский. В это время на кафедре работали доценты Л.В. Пеллер, Н.Ф. Грохольский, Г.Н. Малышев, В.А. Кузнецов, А.Г. Круглов; ассистенты И.В. Абрамченко, Т.Н. Дущечкина; лаборанты В.О. Тайванен, А.И. Козлова, И.М. Плешко, Е.К. Комарова, М.М. Щелкунов и др. Кафедру в ЛЭТИИСС возглавлял профессор Л.С. Длугач, на кафедре работали: доцент П.И. Кочугов; ассистенты И.Н. Ханукаев, И.М. Золотников; лаборанты В.С. Дианов, В.Л. Дудкин, Н.В. Савинов и др.

Кафедры, наряду с учебным процессом, выполняли научно-исследовательские работы, связанные с повышением эффективности производства предприятий железнодорожного транспорта. Под руководством доцента В.А. Кузнецова проведены работы по внедрению скоростных режимов резания при обработке элементов колесных пар на Октябрьском электровагоноремонтном заводе (ОЭВРЗ) и Пролетарском паровозоремонтном заводе (ПРЗ). Под руководством доцента Н.Ф. Грохольского — научно-исследовательская работа по заказу МПС «Влияние остаточных напряжений при наплавке на долговечность работы подвижного состава» и др. Работники кафедры «Технология металлов» ЛЭТИИСС совместно с работниками кафедры электрических машин произвели проверку загрузки парка станков колесного цеха ОЭВРЗ и предложили рекомендации по повышению эффективности использования оборудования и др.

Монография доцента Н.Ф. Грохольского «Восстановление деталей машин и механизмов сваркой и наплавкой» трижды издавалась в издательстве «Машгиз» в 1959, 1961 и 1966 гг. и была переведена в Китае.

После объединения в 1954 г. ЛИИЖТ и ЛЭТИИСС кафедрой «Технология металлов» руководили доцент Ю.В. Тиминский, а позже до 1956 г. — доцент К.И. Николаев. Впоследствии он работал в Китае, затем доцентом на кафедре «Вагоны».

Значительный объем учебной работы выполнялся кафедрой в учебных мастерских, которые сначала административно подчинялись кафедре, затем — учебной части института. Заведующими учебными мастерскими продолжительное время работали доцент И.Г. Синякин (со дня организации кафедры и до 1953 г.), старший преподаватель А.Н. Смирнов (с 1954 до 1960 гг.), И.А. Жедей-



Рис. 1. Профессор Сергей Васильевич Алёхин

ко, Б.И. Куделько, Г.Н. Никофоров, С.Ю. Каптелин, Ю.Н. Петров.

До 1965 г. в учебных мастерских студенты занимались слесарной, станочной и кузнечной практикой. Ежегодно учебную практику проходили более 2500 студентов института (за исключением студентов эксплуатационного факультета). Учебная практика была приспособлена к потребностям хозяйственной части института. Студенты изготавливали водопроводные муфты, строительные скобы, слесарные ножовочные станки и слесарные молотки. В настоящее время учебная практика сохранилась только на факультете «Транспортные и энергетические системы».

С 1956 по 1975 г. кафедрой заведовал доктор технических наук, профессор С.В. Алёхин (рис. 1).

Научная школа, созданная профессором С.В. Алёхиным, успешно решала практические задачи по исследованию качества функционирования деталей подвижного состава и выбору технологических способов повышения их надежности [1].

В это время проведены исследования по оценке эффективности существующих технологических процессов восстановления профиля поверхности катания обода колесных пар, предложенных процессов торцевого фрезерования и точения при восстановлении профиля обода колес, в том числе с применением предварительного индукционного отжига для улучшения обрабатываемости, оптимизации режимов резания колес на базе методов линейного и нелинейного программирования. Выполнен большой объем исследовательских и внедренческих работ по повышению срока службы дисковых тормозов, шлицевых соединений цапф крестовин и других элементов карданного вала, деталей цилиндропоршневой группы дизелей, трущихся поверхностей автосцепки и других деталей подвижного состава (ПС). Рассматривались вопросы, связанные с наплавочными работами при ремонте, и повышение износостойкости наплавленных поверхностей. Под руководством проф. С.В. Алёхина на кафедре были защищены в

общей сложности 16 кандидатских и докторских диссертаций.

В 1969 г. в издательстве «Транспорт» опубликована работа С.В. Алёхина совместно с Н.С. Проданом «Надежность механической части ПС, в которой были обобщены выполненные ранее работы [2].

В 1971 г. при кафедре создана отраслевая научно-исследовательская лаборатория по ремонту и формированию колесных пар. Первый руководитель лаборатории — кандидат технических наук, старший научный сотрудник А.Ф. Богданов, впоследствии — профессор кафедры и декан механического факультета (1998–2008). Позднее лабораторией руководили В.В. Диденко, А.Н. Иванов, В.И. Князев, Н.Л. Билинчук.

Отраслевой лабораторией по ремонту и формированию колесных пар выполнен большой объем научно-исследовательских и конструкторских работ по совершенствованию технологии ремонта и повышению надежности колесно-моторного блока рельсовых экипажей ПС железных дорог. Получено более 40 авторских свидетельств и патентов, в том числе 12 на способы и установки по применению термообработки обода колеса токами высокой частоты при ремонте с целью улучшения обрабатываемости и повышению износостойкости профиля поверхности катания колесных пар. Изготовлено несколько установок для этих целей, в том числе польской фирмой «Рафамет».

С 1975 по 1987 гг. кафедрой заведовал доктор технических наук, профессор М.М. Машнёв (рис. 2).

В это время на кафедру приняты старший преподаватель А.И. Рябов; ассистент С.Д. Артюшкин; кандидат технических наук, старший научный сотрудник, ассистент С.В. Урушев. Защитили кан-



Рис. 2. Профессор Михаил Михайлович Машнёв

дидатские диссертации аспиранты А.А. Шубин и М. Ситаж. В этот период осуществлена большая работа по переоборудованию и ремонту ряда лабораторий кафедры: сварки, обработки металлов резанием, технических измерений и металловедения. Создан кабинет технологического проектирования, лекционная аудитория кафедры, лаборатория газовой сварки и резки металлов.

Разработанный профессором М.М. Машнёвым метод количественного анализа процесса изнашивания элементов кинематических пар дал возможность более обоснованно решать проблемы повышения долговечности кинематических пар, в том числе колес и рельсов. Повышение износостойкости элементов кинематических пар (колес и рельсов) предлагалось обеспечить двумя путями: улучшением свойств материала верхних слоев соприкасающихся поверхностей пары колесо-рельс и оптимизацией скорости износа элементов этой пары.

Сложившаяся практика организации и проведения учебного процесса в этот период обеспечивалась четырьмя учебными циклами, а также занятиями и методической работой в учебных мастерских. Ответственными за работу в учебных мастерских был старший преподаватель А.И. Рябов, цикла «Материаловедение» — доцент Н.И. Петров, цикла «Сварка» — доцент М.Я. Завизион, цикла «Обработка металлов резанием и технология роботизированного производства» — доцент С.В. Урушев, цикла «Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения» — доцент И.А. Иванов.

На фотографии (рис. 3), сделанной в 1984 г. в связи с празднованием 175-летия со дня основания института, представлены сотрудники кафедры и отраслевой научно-исследовательской лаборатории по ремонту и формированию колесных пар.

С 1987 по 2003 гг. кафедрой заведовал доктор технических наук, профессор И.А. Иванов (рис. 4) — ученик профессора С.В. Алёхина. В 1993 г. И.А. Ивановым была успешно защищена докторская диссертация на тему «Повышение ресурса колес рельсовых экипажей» [3].

В это время для работы на кафедре был принят доцент Э.Б. Тазигов.

Основные учебные дисциплины, по которым велись занятия по дневной, вечерне-заочной и заочной формам обучения: «Материаловедение», «Технология конструкционных материалов», «Метрология, стандартизация и сертификация» (ранее «Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения»), «Технология автоматизированного машиностроения и приборостроения», «Взаимозаменяемость», «Сварочные работы в строительстве» и др.

Научно-исследовательская работа кафедры развивалась в соответствии с направлениями



Рис. 3. Коллектив кафедры в 1984 г.: сидят (слева направо): учебный мастер И.Ф. Барановский; ст. преподаватель А.Н. Смирнов; к.т.н., доцент Н.И. Петров; заведующий кафедрой д.т.н., профессор М.М. Машнёв; к.т.н., доцент В.С. Попов; к.т.н., доцент И.М. Золотников; к.т.н., доцент С.В. Урушев; к.т.н., доцент А.Ф. Богданов; к.т.н., доцент М.Я. Завизион; стоят (слева направо): учебный мастер В.Л. Дудкин; с.н.с. А.Н. Иванов; лаборант Е.И. Афонина; ст. инженер И.И. Болдов; старший лаборант Н.М. Гладышева; м.н.с. Ю.И. Горбатенко; лаборант И.А. Соловьева; лаборант А.И. Петлюк; зав. лабораторией сварки С.А. Беженаров; лаборант К.М. Моргачев; с.н.с. Н.Л. Билинчук; инженер В.Э. Сазонов; с.н.с. А.М. Будюкин; с.н.с. В.М. Шишкин; к.т.н., доцент И.А. Иванов; зав. ОНИЛ В.И. Князев; ст. лаборант Л.В. Судакова; инженер В.Г. Кондратенко; ст. преподаватель А.И. Рябов; зав. учебными лабораториями А.А. Эстлинг; ст. лаборант Л.П. Захарова; к.т.н., ассистент С.Д. Артюшкин

и традициями, заложенными предшествующими работами к.т.н., доцентов В.А. Кузнецова, Н.Ф. Грохольского; д.т.н., профессоров С.В. Алёхина, М.М. Машнёва и др.

Защищенные в этот период кандидатские диссертации Н.Л. Билинчука и А.А. Эстлинга были посвящены повышению работоспособности тяговых зубчатых передач тепловозов; С.А. Беженаро-

ва, Н.Ю. Шадриной (Сколотневой), С.Г. Зальцмана и Д.П. Кононова — усталостной прочности и долговечности цельнокатаных колес; Д.А. Жукова, А.М. Будюкина и А.А. Воробьева — улучшению обрабатываемости при восстановлении профиля поверхности обода колеса; А.А. Соболева — технологии восстановления внутренних поверхностей деталей железнодорожного подвижного состава; В.Г. Кондратенко — повышению качества формирования прессового соединения колесных пар.

Следует отметить и качественный сдвиг, произошедший в уровне научно-исследовательских работ кафедры, их публикаций (в том числе зарубежных) и оформления: кроме кандидатских диссертаций, защищенных под руководством И.А. Иванова, им была защищена диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук на тему «Повышение ресурса колес рельсовых экипажей». Также при его научном консультировании защищены еще три докторские диссертации: М. Ситаж (Польша) — «Повышение работоспособности колес железнодорожных экипажей конструктивными, технологическими и эксплуатационными метода-



Рис. 4. Профессор Игорь Александрович Иванов



Рис. 5. Коллектив кафедры и отраслевой лаборатории в 1994 г.: сидят (слева направо): В.С. Попов; М.Я. Завизион; А.Ф. Богданов; И.А. Иванов; С.В. Урушев; А.П. Мойсееня; Н.И. Петров; стоят (слева направо): А.А. Эстлинг; А.Н. Иванов; А.М. Будюкин; Ю.И. Горбатенко; И.М. Плешко; М.В. Брусова; В.Г. Кондратенко; Л.В. Судакова; Т.Г. Семёнова; Т.А. Писковая; Д.А. Жуков; Марек Ситаж (Польша)

ми», М.Я. Завизион — «Повышение работоспособности деталей подвижного состава технологическими методами при ремонте», С.В. Урушев — «Разработка ресурсосберегающих технологий ремонта колес железнодорожного подвижного состава».

Изменения, происходившие в стране в течение 90-х годов XX в., оказали влияние и на работу университета. Низкий уровень заработной платы, снижение заказов на научные исследования привели к сокращению штата отраслевой лаборатории по ремонту и формированию колесных пар и кафедры. На фотографии (рис. 5) 1994 г. — сотрудники кафедры и отраслевой лаборатории.

С 2004 по 2019 г. кафедрой заведовал доктор технических наук, профессор С.В. Урушев (рис. 6). В 2000 г. им успешно защищена докторская диссертация на тему «Разработка ресурсосберегающих технологий ремонта колес железнодорожного подвижного состава» [4].



Рис. 6. Профессор Сергей Викторович Урушев

На фотографии (рис. 7) представлен коллектив кафедры в 2005 г.

В эти годы кафедра состоит из четырех учебных циклов, научно-исследовательской лаборатории по ремонту и формированию колесных пар и испытательного центра.

В 2006 г. при кафедре был создан Испытательный центр металлопродукции «Технические измерения, прочность и материаловедение» системы сертификации на федеральном железнодорожном транспорте (ССФЖТ). Приобретенное, арендуемое и используемое для этих целей оборудование позволяло оперативно определять химический состав, механические свойства и другие показатели сертифицируемых изделий, установленные нормами безопасности и требованиями технических регламентов таможенного союза (ТР ТС).

Учитывая обеспеченность образовательного процесса морально и физически (20–50 лет) устаревшим оборудованием, были предприняты организационные меры по улучшению сложившегося положения.

В 2011 г. кафедрой организовано новое направление подготовки бакалавров «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», профиль «Автомобильный сервис».

Исходя из необходимости интеграции науки и образования с производством, руководствуясь идеей развития научного, образовательного, инновационного и интеллектуального потенциала с целью консолидации усилий в повышении эффективности подготовки кадров приказом ректора университета №12/од от 26.03.2014 в структуре кафедры был создан научно-образовательный центр



Рис. 7. Коллектив кафедры в 2005 г.: сидят (слева направо): к.т.н., доцент Э.Б. Тазигов; к.т.н., ст. преподаватель Н.Ю. Шадрина (Сколотнева); д.т.н., профессор С.В. Урушев; д.т.н., профессор И.А. Иванов; к.т.н., профессор А.Ф. Богданов; инженер Л.П. Захарова; ст. лаборант С.А. Ванютина; стоят (слева направо): к.т.н., доцент А.П. Мойсееня; учебный мастер В.В. Иванов; к.т.н., доцент А.А. Соболев; ст. преподаватель А.А. Рябов; аспирант А.А. Воробьев; к.т.н., ассистент В.Г. Кондратенко; учебный мастер Р.В. Судаков; зав. лабораторией Л.В. Судакова; к.т.н., ассистент Д.П. Кононов; к.т.н., доцент Д.А. Жуков

«Автоакадемия» для совершенствования системы автомобильного и дорожного образования.

С 2019 г. по настоящее время кафедрой заведует доктор технических наук, профессор А.А. Воробьев (рис. 8). В 2018 г. успешно защищены докторские диссертации А.А. Воробьевым [5] и Д.П. Кононовым [6].

В 2021 и 2022 гг. произошла реорганизация кафедры «Технология металлов» путем присоединения кафедр «Подъемно-транспортные, путевые и строительные машины» (приказ 13/ОД от 06.04.2021) и «Методы и приборы неразрушающего контроля» (приказ 8/ОД от 23.05.2022) с созданием объединен-

ной кафедры «Наземные транспортно-технологические комплексы».

В области издательской деятельности усилия кафедры направлены на разработку и издание учебников, учебных пособий, методических указаний и пособий по лабораторным работам и курсовому проектированию, а также сборников научных трудов, статей и монографий по основным направлениям НИР [7–17].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За почти вековую историю становления и развития научно-педагогической школы цикла «Технология конструкционных металлов. Материаловедение» кафедры «Технология металлов» (ныне — кафедра «Наземные транспортно-технологические комплексы») сотрудники, преподаватели и ученые кафедры внесли огромный вклад в повышение надежности, работоспособности и технологичности ПС железных дорог. Современный коллектив кафедры, продолжая славные традиции, проводит активные исследования по основным направлениям научно-исследовательской работы, в том числе в рамках реализации программы «Приоритет-2030».



Рис. 8. Профессор Александр Алфеевич Воробьев

ЛИТЕРАТУРА

1. Алехин С.В., Продан Н.С., Кухаренко Л.А. Определение эксплуатационной надежности подвижного состава и выбор методов ее повышения: учебно-методическое пособие. Л., 1967. 84 с.
2. Алехин С.В., Продан Н.С. Надежность механической части подвижного состава. М.: Транспорт, 1969. 176 с.
3. Иванов И.А. Повышение ресурса колес рельсовых экипажей: дис. ... д-ра технических наук. СПб.: ПГУПС, 1993. 257 с.
4. Урушев С.В. Разработка ресурсосберегающих технологий ремонта колес железнодорожного подвижного состава: дис. ... д-ра технических наук. СПб., 2000. 451 с. EDN QDBUZZ.
5. Воробьев А.А. Прогнозирование ресурса и совершенствование технологии ремонта колес железнодорожного подвижного состава: дис. ... д-ра технических наук. СПб., 2018. 289 с. EDN OHUUPZ.
6. Кононов Д.П. Повышение работоспособности цельнокатанных колес подвижного состава железных дорог: дис. ... д-ра технических наук. СПб., 2019. 250 с. EDN QTQFSK.
7. Воробьев А.А., Иванов И.А. Эффективность реализации ресурса железнодорожного колеса метрическими и технологическими методами // Транспорт Урала. 2010. № 3 (26). С. 89–92. EDN MVLIAR.
8. Воробьев А.А., Федоров И.В., Иванов И.А., Урушев С.В., Кононграй О.А. Методика расчета размера контактно-усталостных повреждений железнодорожного колеса по результатам, полученным на модельных роликах // Бюллетень результатов научных исследований. 2018. № 1. С. 18–24. EDN YWEDWY.
9. Иванов И.А., Урушев С.В., Кононов Д.П. и др. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник. СПб.: Лань, 2020. 356 с.
10. Воробьев А.А., Ватулин Ян.С., Битюцкий Н.А., Новосельский И.Ю., Орлов С.В., Опарина Е.В. Математическое моделирование и автоматизированное проектирование подвижного состава: учебное пособие. Казань: Общество с ограниченной ответственностью «Бук», 2023. 80 с. EDN QCOUFK.
11. Воробьев А.А., Федоров И.В., Кононграй О.А., Метлякова С.А., Мигулин Н.К. Методика определения минимально допустимой толщины обода цельнокатанных колес грузовых вагонов в эксплуатации // Бюллетень результатов научных исследований. 2023. № 3. С. 85–99. DOI: 10.20295/2223-9987-2023-3-85-99. EDN BNNWMP.
12. Сацук Т.П., Шаряков В.А., Шарякова О.Л., Ковалев Д.А., Воробьев А.А., Макарова Е.И. Об автоматической стабилизации напряжения контактной сети электрического подвижного состава // Электротехника. 2021. № 4. С. 36–40. EDN RFUCPM.
13. Иванов И.А., Кушнер В.С., Воробьев А.А., Шадрин Н.Ю., Сорокин П.Г. К вопросу о перспективах использования бандажных колесных пар повышенной твердости // Новые материалы и технологии в машиностроении. 2007. № 7. С. 39–43. EDN UBYCEX.
14. Воробьев А.А., Терехов П.М. Увеличение ресурса железнодорожного колеса технологическим методом // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2010. № 2. С. 121–125. EDN NCRJFX.
15. Душин В.Ю., Воробьев А.А., Беляев А.А. Современные системы впрыска топлива в дизельных двигателях // Прогрессивные технологии, применяемые при ремонте железнодорожного подвижного состава: сборник трудов национальной научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 146–151. EDN ERISNJ.
16. Крон И.Р., Воробьев А.А. Анализ технологии заварки дефектов литых деталей тележек грузовых вагонов // Прогрессивные технологии, применяемые при ремонте подвижного состава РЖД: сборник трудов конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 134–136. EDN YSCVED.
17. Воробьев А.А., Соболев А.А., Павлов А.В. Исправление литейных дефектов деталей тележки 18–100 грузового вагона на АО «Востокмашзавод» // Вестник Института проблем естественных монополий: Техника железных дорог. 2016. № 3 (35). С. 73–77. EDN WGWNU.

REFERENCES

1. Alekhin S.V., Prodan N.S., Kukharenko L.A. *Determination of operational reliability of rolling stock and selection of methods for increasing it: educational method. allowance*. Leningrad, 1967;84. (In Russ.).
2. Alekhin S.V., Prodan N.S. *Reliability of the mechanical part of rolling stock*. Moscow, Transport, 1969;176. (In Russ.).
3. Ivanov I.A. *Increasing the service life of rail carriage wheels: dis. ... doctor of technical sciences*. St. Petersburg, PGUPS, 1993;257. (In Russ.).
4. Urushev S.V. *Development of resource-saving technologies for repairing wheels of railway rolling stock: dis. ... doctor of technical sciences*. St. Petersburg, 2000;451. EDN QDBUZZ. (In Russ.).
5. Vorobyov A.A. *Forecasting the resource and improving the technology for repairing wheels of railway rolling stock: dis. ... doctor of technical sciences*. St. Petersburg, 2018;289. EDN OHUUPZ. (In Russ.).
6. Kononov D.P. *Improving the performance of solid-rolled wheels of railway rolling stock: dis. ... doctor of technical sciences*. St. Petersburg, 2019;250. EDN QTQFSK. (In Russ.).
7. Vorobiev A.A., Ivanov D.A. Realization efficiency of railroad wheels resource by mathematical and technological methods. *Transport of the Urals*. 2010;3(26):89-92. EDN MVLIAR. (In Russ.).
8. Vorobyev A.A., Fedorov I.V., Ivanov I.A., Urushev S.V., Konogray O.A. Sizing of chips on a wheel, according to the size of the chips, appeared on simulation rolling elements. *Bulletin of Scientific Research Results*. 2018;1:18-24. EDN YWEDWY. (In Russ.).
9. Ivanov I.A., Urushev S.V., Kononov D.P. et al. *Metrology, standardization and certification: textbook*. St. Petersburg, Lan, 2020;356. (In Russ.).
10. Vorobyov A.A., Vatulin Yan.S., Bityutsky N.A., Novoselsky I.Yu., Orlov S.V., Oparina E.V. *Mathematical modeling and computer-aided design of rolling stock: textbook*. Kazan, Limited Liability Company "Buk", 2023;80. EDN QCOUFK. (In Russ.).
11. Vorob'ev A., Fedorov I., Konogray O., Metlyakova S., Migulin N. Procedure for determination of minimum permissible rim thickness of solid-rolled the method of determining the minimum permissible rim thickness of solid-rolled wheels of freight cars in operation. *Bulletin of Scientific Research Results*. 2023;3:85-99. DOI: 10.20295/2223-9987-2023-3-85-99. EDN BNNWMP. (In Russ.).
12. Satsuk T.P., Sharyakov V.A., Vorob'ev A.A., Makarova E.I., Sharyakova O.L., Kovalev D.A. Automatic voltage stabilization of an electric rolling stock catenary system. *Electrical Engineering*. 2021;4:36-40. EDN RFUCPM. (In Russ.).

13. Ivanov I.A., Kushner V.S., Vorobyov A.A., Shadrina N.Yu., Sorokin P.G. On the issue of the prospects for using tire wheelsets of increased hardness. *New Materials and Technologies in Mechanical Engineering*. 2007;7:39-43. EDN UBYCEX. (In Russ.).

14. Vorobyev A.A., Tereshov P.M. Increase in a resource of a railway wheel a technological method. *Scientific problems of transport in Siberia and the Far East*. 2010;2:121-125. EDN NCRJFX. (In Russ.).

15. Dushin V.Yu., Vorobyov A.A., Belyaev A.A. Modern fuel injection systems in diesel engines. *Progressive technologies used in the repair of railway rolling stock: collection of proceedings of the national scientific and technical conference of students, under-*

graduates, graduate students and young scientists. 2020;146-151. EDN ERISNJ. (In Russ.).

16. Kron I.R., Vorobyov A.A. Analysis of the technology for welding defects in cast parts of freight car bogies. *Progressive technologies used in the repair of Russian Railways rolling stock: collection of proceedings of the conference of students, graduate students and young scientists*. 2018;134-136. EDN YSCVED. (In Russ.).

17. Vorobyov A., Sobolev A., Pavlov A. Correction of foundry defects of details of the cart 18-100 of the freight car on JSC "Vostokmashzavod". *Bulletin of the Institute for Problems of Natural Monopolies: Railway Engineering*. 2016;3(35):73-77. EDN WGNUL. (In Russ.).

Об авторах

Игорь Александрович Иванов — доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Наземные транспортно-технологические комплексы»; **Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС)**; 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9; SPIN-код: 7823-4394, РИНЦ ID: 663900, ORCID: 0000-0003-4908-3225; ivanov_1_7@mail.ru;

Александр Алфеевич Воробьев — доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Наземные транспортно-технологические комплексы»; **Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС)**; 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9; член редакционного совета журнала; «**Техник транспорта: образование и практика**»; SPIN-код: 2244-1699, РИНЦ ID: 290846, ORCID: 0000-0002-0534-5687; 79219751198@yandex.ru;

Надежда Юрьевна Шадрина — кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Наземные транспортно-технологические комплексы»; **Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС)**; 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9; SPIN-код: 6677-5250, РИНЦ ID: 437077, ORCID: 0000-0003-4908-3225; shadrina@pgups.ru;

Игорь Юрьевич Новосельский — кандидат технических наук, доцент кафедры «Наземные транспортно-технологические комплексы»; **Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС)**; 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9; SPIN-код: 1794-9182, РИНЦ ID: 397470; nttk@pgups.ru.

Bionotes

Igor A. Ivanov — Dr. Sci. (Eng.), Professor, Professor of the Department "Ground Transport and Technological Complexes"; **Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (PGUPS)**; 9 Moskovsky pr., St. Petersburg, 190031, Russian Federation; SPIN-code: 7823-4394, ID RSCI: 663900, ORCID: 0000-0003-4908-3225; ivanov_1_7@mail.ru;

Alexander A. Vorobyov — Dr. Sci. (Eng.), Associate Professor, Professor of the Department "Ground Transport and Technological Complexes"; **Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (PGUPS)**; 9 Moskovsky pr., St. Petersburg, 190031, Russian Federation; member of the journal's editorial board; "**Transport technician: education and practice**"; SPIN-code: 2244-1699, ID RSCI: 290846, ORCID: 0000-0002-0534-5687; 79219751198@yandex.ru;

Nadezhda Y. Shadrina — Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of "Ground Transport and Technological Complexes"; **Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (PGUPS)**; 9 Moskovsky pr., St. Petersburg, 190031, Russian Federation; SPIN-code: 6677-5250, ID RSCI: 437077, ORCID: 0000-0003-4908-3225; shadrina@pgups.ru;

Igor Yu. Novoselsky — Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor of the Department of "Ground Transport and Technological Complexes"; **Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (PGUPS)**; 9 Moskovsky pr., St. Petersburg, 190031, Russian Federation; SPIN-code: 1794-9182, ID RSCI: 397470; nttk@pgups.ru.

Заявленный вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Автор, ответственный за переписку: Александр Алфеевич Воробьев, 79219751198@yandex.ru.

Corresponding author: Alexander A. Vorobyov, 79219751198@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 07.04.2024; одобрена после рецензирования 13.05.2024; принята к публикации 28.05.2024.

The article was submitted 07.04.2024; approved after reviewing 13.05.2024; accepted for publication 28.05.2024.