



ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Оригинальная статья

УДК 628.477

DOI: <https://doi.org/10.21780/2223-9731-2023-82-3-266-273>

EDN: <https://elibrary.ru/qpidkx>



К вопросу образования и утилизации отходов на объектах железнодорожного транспорта

Л. Б. Хайруллина✉, Н. Л. Мамаева

Тюменский индустриальный университет (ТИУ),
Тюмень, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Введение. Совершенствование системы обращения с отходами производства и потребления в подразделениях ОАО «РЖД», переработка и вовлечение их во вторичный оборот является одним из основных направлений стратегии и реализации мероприятий в области экологической безопасности.

Материалы и методы. В работе проведен статистический анализ официальных данных по образованию отходов производства и потребления за период с 2015 по 2021 г., исследована динамика образования отходов по классам опасности и объемам ежегодного захоронения отходов.

Результаты. Статистический анализ показал, что процесс образования отходов производства и потребления на железнодорожном транспорте замедляется, ежегодное количество отходов за последние семь лет хоть и незначительно, но снижается. Доля опасных отходов составляет примерно 25 % от общей массы отходов. Общие объемы захоронения отходов за рассматриваемый период времени имеют тенденцию к снижению, что может быть связано с уменьшением использования высокоопасных товаров, увеличением вводимых в действие установок по безопасной переработке производственных отходов и проведением различных мероприятий, направленных на повышение уровня вовлечения отходов во вторичный оборот.

Обсуждение и заключение. Снижению объемов образования отходов способствует применение новых подходов к обращению с ними: рециклинга изношенных шпал, отработанного масла, лома черных и цветных металлов и других отходов; внедрения электронного документооборота для экономии бумаги и картона.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: железнодорожный транспорт, образование и захоронение отходов, рециклинг, вторичные ресурсы

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Хайруллина Л. Б., Мамаева Н. Л. К вопросу образования и утилизации отходов на объектах железнодорожного транспорта // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (Вестник ВНИИЖТ). 2023. Т. 82, № 3. С. 266–273. <https://doi.org/10.21780/2223-9731-2023-82-3-266-273>.

✉ hairullina.1964@mail.ru (Л. Б. Хайруллина)

© Хайруллина Л. Б., Мамаева Н. Л., 2023



ECONOMICS AND MANAGEMENT

Original article

UDK 628.477

DOI: <https://doi.org/10.21780/2223-9731-2023-82-3-266-273>

EDN: <https://elibrary.ru/qpidkx>



Problem of the waste formation and disposal on the railways

Larisa B. Khairullina✉, Natali L. Mamaeva,

Industrial University of Tyumen,
Tyumen, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. Improving the management system of industrial and consumption waste of the Russian Railways, waste processing and recycling are some of the main focuses of the company's environmental strategy.

Materials and methods. The paper statistically analyses official data on the generation of industrial and consumption waste for 2015–2021, examines waste generation trends by hazard classes and volumes of annual waste dumping.

Results. The statistical analysis shows that the process of generation of industrial and consumption waste and the annual amount of waste over the past seven years slightly decreases. The share of hazardous waste is approximately 25% of the total waste mass. This period sees total landfill volumes tend to decrease, likely due to less use of highly hazardous goods, more installations for the safe processing of industrial waste, and measures to increase waste recycling.

Discussion and conclusion. New approaches help decrease waste generation: recycling of worn sleepers, waste oil, ferrous and non-ferrous scrap and other waste; electronic document management to save paper and cardboard.

KEYWORDS: railway transport, waste generation and dumping, recycling, recyclable resources

FOR CITATION: Khairullina L. B., Mamaeva N. L. Problem of the waste formation and disposal on the railways. *Russian Railway Science Journal*. 2023;82(3):266-273. (In Russ.). <https://doi.org/10.21780/2223-9731-2023-82-3-266-273>.

✉ hairullina.1964@mail.ru (L. B. Khairullina)

© Khairullina L. B., Mamaeva N. L., 2023

Введение. На сегодняшний день проблема обращения с отходами, которые образуются на различных этапах производственной и коммунальной сферы деятельности, чрезвычайно актуальна, а вопросы экологически безопасной утилизации отходов — предмет исследований как в нашей стране, так и за рубежом [1–4]. Не являются исключением и предприятия железнодорожного транспорта, в процессе хозяйственной деятельности которых образуется порядка 600 наименований отходов, часть из которых специфична [5]. Совершенствование системы обращения с отходами производства и потребления в подразделениях ОАО «РЖД», переработка и вовлечение их во вторичный оборот — одно из основных направлений стратегии¹ и реализации мероприятий в области технологической безопасности².

Твердые отходы железнодорожных предприятий состоят из деревянных шпал, не годных к укладке в путь, — 67%, нефтешламов — 18%, твердых коммунальных отходов — 8%, загрязненных грунтов — 5%, отработанных смазок и масел — 1%, осадков биологических очистных сооружений — 1%³. Как отмечает А.В. Рязанов [5], наибольшее количество отходов приходится на IV–V классы опасности. Отходы I–III классов составляют незначительную часть от общей массы.

Наиболее остро в настоящее время стоит проблема утилизации шпал, которые относятся в основном к III и IV классам опасности для окружающей среды. Ежегодно из 200 млн деревянных шпал примерно 14 млн изнашиваются и требуют замены. Одним из путей решения данной проблемы является применение композитных шпал [6], которые помогают разрешить и важную экологическую проблему утилизации пластмасс в переработке вторичных полимерных отходов. Успешно проведенные испытания показали, что композитные шпалы не подвержены процессам гниения, заплесневения и являются электроизолирующим материалом, срок их эксплуатации с учетом ремонта достигает 50 лет, а также они в 1,5 раза прочнее новых деревянных и почти в три раза легче железобетонных шпал [6]. Система рациональной замены шпал, разработанная американскими компаниями Conrail и Koppers Industries, предусматривает использование

образующегося при сжигании старых шпал пара для обработки древесины и получения электроэнергии [7]. На полигонах Октябрьской, Московской, Горьковской и Свердловской железных дорог внедрены и эксплуатируются комплексы по утилизации железобетонных шпал для последующего получения строительного щебня и очищенного лома арматурной стали⁴.

Ежегодно на предприятиях железнодорожного транспорта образуется свыше 200 тыс. т нефтесодержащих отходов и тяжелых нефтешламов, относящихся к одной из основных и наиболее опасных групп токсичных отходов [6]. Такие отходы, как ртутные лампы и аккумуляторы с электролитом, обладают токсичными свойствами и относятся к I и II классам опасности соответственно.

Таким образом, функционирование железных дорог сопровождается загрязнением окружающей среды не только выбросами и стоками, но и образованием и накоплением отходов [8]. Земельные ресурсы предприятий железнодорожного транспорта, используемые или предназначенные для обеспечения деятельности отрасли, эксплуатации подвижного состава, а также участки, расположенные на полосах отвода железных дорог, подвержены физическому, химическому и бактериальному загрязнению [9]. Так, например, по данным Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, из наибольшего числа аварийных ситуаций, связанных с проливом нефти и нефтепродуктов, на железнодорожный транспорт приходится около 29% [10]. Использование в производственных ремонтных подразделениях железнодорожного транспорта смазочных и пропиточных материалов также оказывает негативное влияние на почвенный покров. В связи с этим зарубежные фирмы, такие как Monsanto, DuPont и General Electric, совместно с Департаментом окружающей среды и энергетики США проводят испытания технологии Lasagna по обезвреживанию грунта⁵. Японская фирма «Обаяси» (Obayashi Corporation) разработала электрохимическую технологию очистки грунта территорий демонтированных химических предприятий для введения земель в оборот [11]. Данная технология обеспечивает

¹ Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года [Электронный ресурс]: утв. распоряжением Правительства РФ от 25.01.2018 № 84-р. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_289114/549eef11ae953dc6e4261b88ed6d14f776df3203 (дата обращения: 20.11.2022).

² Отчет о деятельности ОАО «РЖД» в области устойчивого развития [Электронный ресурс]. URL: <https://company.rzd.ru/ru/9386> (дата обращения: 20.11.2022).

³ Рекомендации по ликвидации отходов деятельности железнодорожного транспорта [Электронный ресурс]: утв. совещанием Комиссии ОСЖД по транспортной политике и стратегии развития, Варшава, 14–17 октября 2003 г. URL: <https://osjd.org/api/media/resources/7134> (дата обращения: 20.11.2022).

⁴ Выбираем зеленое будущее [Электронный ресурс]: годовой отчет — 2021 / ОАО «РЖД». URL: <https://company.rzd.ru/api/media/resources/1841503?action=download> (дата обращения: 20.11.2022).

⁵ Schmidt K. Technology: 'Lasagne' gobbles up toxic wastes. *New Scientist*. 19.02.1994 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.newscientist.com/article/mg14119133-400-technology-lasagne-gobbles-up-toxic-wastes> (дата обращения: 20.11.2022).

высокую степень очистки от токсичных органических веществ до 25 наименований.

Как уже было отмечено, на сегодняшний день проблема утилизации отходов является одной из наиболее актуальных. Решение данной проблемы заключается, в частности, в минимизации их образования. К примеру, внедрение безбумажных технологий, основанных на автоматизированной системе документооборота, — важный шаг в этом направлении. Для решения проблемы утилизации отходов не менее важной задачей является их вовлечение во вторичный оборот.

Так, например, в рамках научно-образовательного центра (НОЦ) Тюменского индустриального университета проводятся научные исследования получения композитных материалов из вторичного полимерного сырья, которые могут использоваться на объектах железнодорожного транспорта. Для решения этой задачи на заводе ООО «Неокомпозит» проведены экспериментальные и промышленные исследования на прочность изготовления малогабаритной продукции из вторичного полимерного сырья с разработанным новым составом пластификатора и получены положительные результаты. Из трудноперерабатываемых полимерных отходов («сечки», содержащей отходы целлюлозы) получены новые составы композитных материалов, идущие на создание новой продукции. Одним из основных компонентов состава композитных материалов являются пластификаторы, которые влияют на физико-механические свойства изделий. Пластификатор способен увеличивать пластичность композиционного материала, что снижает энергопотребление, повышая экономическую эффективность производства [12–15]. Переработка полимерного мусора решает проблемы экологической безопасности и отчасти вопросы импортозамещения в производстве малотоннажной химии. На сегодняшний день эти задачи также актуальны.

В связи с вышеизложенным цель работы — исследование динамики образования отходов производства и потребления от деятельности подразделений железнодорожного транспорта с целью минимизации их образования и вовлечения во вторичный оборот.

Материалы и методы. Для исследования системы обращения с отходами производства и потребления в подразделениях железнодорожного транспорта были использованы отчеты о деятельности ОАО «РЖД»⁶ [16]. Проведен анализ статистических данных образования отходов производства и потребления за период с 2015 по 2021 г. Исследована динамика образования

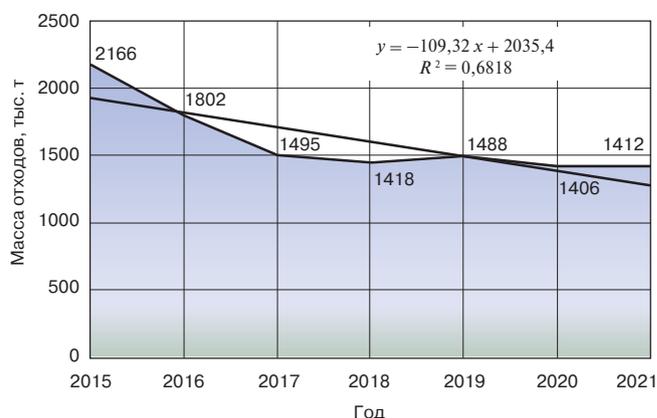


Рис. 1. Объем образования отходов производства и потребления

Fig. 1. Volumes of industrial and consumption waste generation

отходов по классам опасности, объему захоронения отходов. По результатам исследований построены линии тренда с нахождением величины достоверности аппроксимации R^2 с использованием программы Excel.

Результаты исследований. В 2021 г. в ОАО «РЖД» образовалось 1,412 млн т отходов производства и потребления, из которых утилизировано и обезврежено в структурных подразделениях компании лишь 0,066 млн т [16]. Объем образования отходов производства и потребления за 2015–2021 гг. представлен на рис. 1.

Объем образования отходов производства и потребления за последние семь лет незначительно уменьшается, что объясняется повторным вовлечением вторичных отходов в хозяйственный оборот в качестве сырья для изготовления новой продукции. Одной из основных причин существенного уменьшения образования отходов на железнодорожном транспорте в 2020 г. стала пандемия коронавирусной инфекции, в результате которой сократилась перевозка пассажиров и часть персонала подразделений железной дороги была переведена на дистанционную работу. При построении линии тренда и нахождении величины достоверности аппроксимации R^2 было выявлено, что $y = -109,32x + 2035,4$ при $R^2 = 0,6818$.

Отходы железнодорожного транспорта содержат органические соединения, тяжелые металлы, нефтепродукты, токсичные химические вещества, отработавшие люминесцентные лампы, отходы лакокрасочных производств, ветошь и грунт, загрязненные маслами и смазками, с территорий предприятий. К наиболее опасным относятся шламы из очистных сооружений гальванических участков,

⁶ Отчет о деятельности ОАО «РЖД» в области устойчивого развития 2021 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://company.rzd.ru/ru/9386> (дата обращения: 20.11.2022).

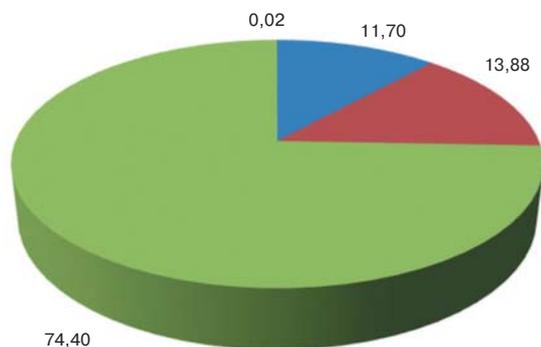


Рис. 2. Процентное соотношение образования отходов I–V классов опасности на железнодорожном транспорте в 2020 г.:

■ I и II классы опасности ■ IV класс опасности
 ■ III класс опасности ■ V класс опасности

Fig. 2. Percentage of waste generation of Hazard Classes I–V in railway transport in 2020:

■ Hazard Classes I and II ■ Hazard Class IV
 ■ Hazard Class III ■ Hazard Class V

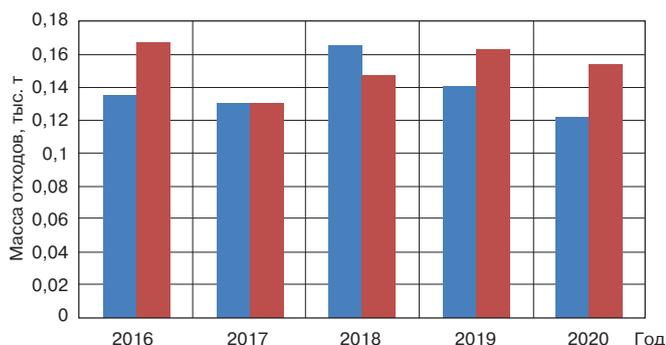


Рис. 3. Динамика образования отходов I и II классов опасности:

■ I класс опасности ■ II класс опасности

Fig. 3. Hazard Class I and II waste generation trends:

■ Hazard Class I ■ Hazard Class II

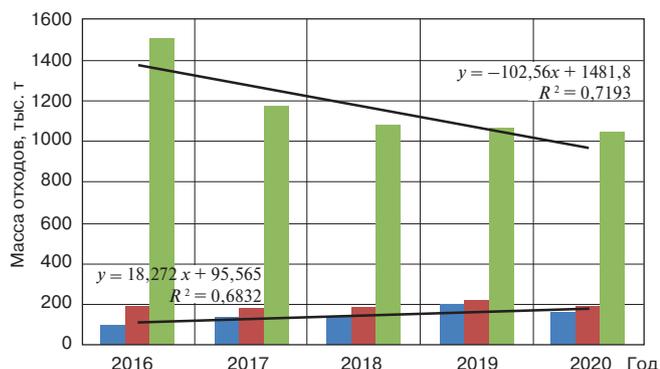


Рис. 4. Динамика образования отходов III–V классов опасности:

■ III класс опасности ■ IV класс опасности ■ V класс опасности

Fig. 4. Hazard Class III–V waste generation trends:

■ Hazard Class III ■ Hazard Class IV ■ Hazard Class V

отходы из химчисток рабочей одежды, плавающие нефтепродукты и нефтешламы.

За последние годы заметно увеличился объем отходов полимерной продукции, которые образуются при технологических процессах железнодорожного транспорта (например, при текущем ремонте тепловозов, электросекций, вагонов, составных частей). Огромное количество полимерного мусора образуется при перевозке пассажиров: пластиковая посуда, тетрапакеты, игрушки, всевозможные бытовые изделия из пластика и полимерного материала.

Соотношение отходов разных классов опасности, образовавшихся на железнодорожном транспорте в 2020 г., представлено на рис. 2.

Согласно диаграмме, в 2020 г. в общей массе отходов преобладали отходы V класса опасности — 74,40%, которые в основном можно использовать как вторичные материальные ресурсы. На долю отходов III и IV классов опасности приходилось 11,70 и 13,88% соответственно. На долю отходов I и II классов опасности в 2020 г. приходилось 0,02%.

На рис. 3 представлена динамика образования отходов I и II классов опасности за период 2016–2020 гг.

При рассмотрении динамики образования отходов на железнодорожном транспорте выявлено, что объем чрезвычайно опасных и высокоопасных отходов за рассматриваемые годы практически остается на постоянном уровне, по отходам III, IV и V классов опасности (рис. 4) наблюдается незначительное увеличение умеренно опасных отходов ($y = 18,272x + 95,565$; $R^2 = 0,6832$) и снижение практически неопасных отходов ($y = -102,56x + 1481,8$; $R^2 = 0,7193$).

Основным решением проблемы обращения с отходами является повышение уровня их переработки

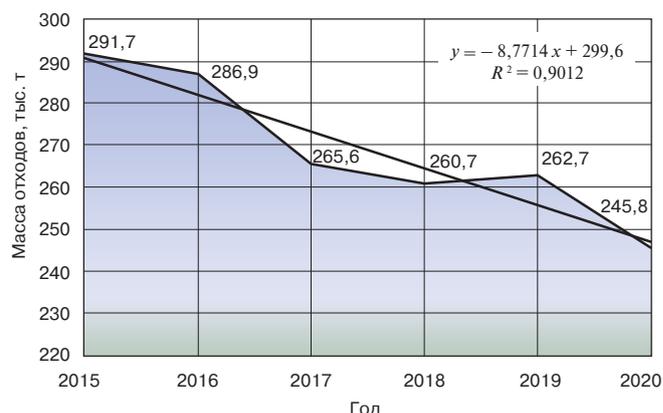


Рис. 5. Динамика объемов захоронения отходов

Fig. 5. Waste dumping trends

⁷ Отчет о деятельности ОАО «РЖД» в области устойчивого развития за 2020 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://company.rzd.ru/ru/9386> (дата обращения: 20.11.2022).

и превращение отходов во вторичное сырье для изготовления новой продукции. Как отмечается в отчете ОАО «РЖД», примерно 80% образующихся в компании отходов утилизируется, обезвреживается и вовлекается во вторичный оборот⁷. Реализуется инициатива по отдельному накоплению отходов бумаги, картона, стекла и пластика в офисных зданиях, административно-бытовых помещениях и железнодорожных вокзалах. Помимо этого, из отходов, отправляемых на захоронение, поэтапно исключаются бумага, картон, стекло и пластик, которые отправляются на переработку.

Объемы захоронения отходов за период 2015–2020 гг. снижались. На рис. 5 показана линия тренда $y = -8,7714x + 299,6$ (величина достоверности аппроксимации $R^2 = 0,9012$). Что касается доли высокотоксичных отходов (I и II классов опасности), то они обезвреживаются. Внедряются новые технологии регенерации отработанных масел и смазок, повторного использования электролита аккумуляторных батарей, трихлорэтилена, растворителя в машинах химической чистки рабочей одежды. Около 20% отработанных масел собирают и подвергают регенерации, при которой производится их очистка от механических примесей. Ведется поэтапное замещение осветительных люминесцентных устройств на светодиодные. Все это позволяет сокращать объем образования отходов I класса опасности (ртутьсодержащих ламп) до нулевого уровня. Также с повторным вовлечением в хозяйственный оборот утилизируемых компонентов отходов в качестве сырья, материалов и превращением отходов во вторичное сырье получают новую продукцию.

Обсуждение и заключение. Вопросы образования и утилизации отходов на железнодорожном транспорте в настоящее время весьма актуальны для обеспечения экологической безопасности окружающей природной среды. Выполненные авторами исследования динамики образования отходов производства и потребления на железнодорожном транспорте за последние семь лет показали, что в общем объеме преобладают практически неопасные отходы, образование которых уменьшается незначительно ($y = -109,32x + 2035,4$; $R^2 = 0,6818$) и наблюдается снижение объема захоронения отходов ($y = -8,7714x + 299,6$; $R^2 = 0,9012$). Это объясняется тем, что подразделениями успешно выполняются положения Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления по переработке вторичных ресурсов на период до 2030 г. Следуя данной Стратегии, предприятия железнодорожного транспорта проводят работу по утилизации отходов. Основная их масса (лом черных и цветных металлов, отработанные нефтепродукты) передается на сформированный

рынок. Практикуются новые подходы к обращению с отходами и принцип циклической экономики, в том числе рециклинг шпал, отработанного масла, лома черных и цветных металлов, отдельного накопления отходов на железнодорожных вокзальных комплексах. Большой объем отходов составляют бумага и картон, для его уменьшения реализуются мероприятия по внедрению электронного документооборота.

Как правило, наибольший объем отходов, направляемых на переработку, составляют полимерные отходы, процесс разложения которых является продолжительным. Авторы рассматривают в качестве перспективного направления варианты снижения интенсивности образования отходов и вовлечения их в производственный цикл в виде вторичных материальных ресурсов, что позволяет значительно снизить темп образования таких отходов и получить новые материалы для всех отраслей промышленности. Это, в свою очередь, может помочь решить вопросы экологической безопасности и отчасти импортозамещения.

Благодарности: авторы выражают благодарность членам редакционной коллегии и рецензентам.

Acknowledgments: the authors express their gratitude to the Editorial Board and the Reviewers of the Journal.

Финансирование: авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Funding: the authors received no financial support for the research, authorship, and publication of this article.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов и не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах и методах.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest and no financial interests in any material discussed in this article.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Khairullina L. B., Starikova G. V., Mamaeva N. L., Bulgakova E. V., Mikhailova M. N. To the Subject of Waste Disposal at the Site of Human Settlements. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022;1061:012004. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1061/1/012004>.
2. Старикова Г. В., Мамаева Н. Л. Проблемы обращения с твердыми коммунальными отходами г. Тюмени // Арктика: современные подходы к производственной и экологической безопасности в нефтегазовом секторе: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Тюмень, 27 ноября 2019 г.: в 2 т. Тюмень: Тюменский индустриальный ун-т, 2020. Т. II. С. 241–245 [Starikova G. V., Mamaeva N. L. Problems of solid municipal waste management in Tyumen. In: *Arctic: Modern approaches to industrial and environmental safety in the oil and gas sector: Materials of the International Scientific and Practical Conference, 27 November 2019, Tyumen*. Tyumen, TIU; 2020. Vol. II. p. 241–245. (In Russ.)]. EDN: <https://elibrary.ru/vjkkpfm>.

3. Клочкова Е. А. Промышленная, пожарная и экологическая безопасность на железнодорожном транспорте: учеб. пособие. М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2007. 456 с. [Klochkova E. A. *Industrial, fire and environmental safety in railway transport*. Moscow: State Educational Institution "Educational and Methodological Center for Education in railway transport"; 2007. 456 p. (In Russ.)].
4. Карпова Д. В., Ковалева С. С. Деятельность ОАО «РЖД» в сфере экологической проблематики // Молодежная наука: труды XXVI Всерос. студенческой науч.-практ. конф. КРИЖТ ИрГУПС, Красноярск, 22 апреля 2022 г. Красноярск: ИрГУПС, 2022. Т. 3. С. 226–229 [Karpova D. V., Kovaleva S. S. The activities of JSC Russian Railways in the field of environmental issues. In: *Youth science: Proceedings of the XXVI All-Russian student scientific and practical conference of KRIZhT IrGUPS, 22 April 2022, Krasnoyarsk. Vol. 3: Section "Personnel management"; section "Operation of railways"*. Krasnoyarsk: IrGUPS; 2022. p. 226–229. (In Russ.)]. EDN: <https://elibrary.ru/gcoorf>.
5. Рязанов А. В. Экологические аспекты обращения с твердыми отходами некоторых транспортных предприятий в свете перехода на ноосферный путь развития // Вестник Тамбовского университета. 2013. Т. 18, вып. 3. С. 902–904 [Ryzanov A. V. Ecological aspects of solid waste management of some transport industries in the light of the transition to noosphere development way. *Tambov university review*. 2013;18(3):902-904. (In Russ.)]. EDN: <https://elibrary.ru/pwmjvp>.
6. Ганаева О. А., Лугаськова Н. В. Современное состояние проблемы утилизации отходов на железнодорожном транспорте // Управление техносферой. 2020. Т. 3, вып. 2. С. 207–220 [Ganaeva O. A., Lugaskova N. V. The current state of the problem of waste disposal in railway transport. *Management of the Technosphere*. 2020;3(2):207-220. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.34828/UdSU.2020.28.99.004>.
7. Экологический аспект техносферной безопасности на железнодорожном транспорте / Т. С. Титова [и др.]. СПб., 2016. 265 с. [Titova T. S., Babak N. A., Makarova O. Yu., Tinus A. M., Shilova E. A. *Ecological aspect of technosphere safety in railway transport*. St. Petersburg; 2016. 265 p. (In Russ.)]. EDN: <https://elibrary.ru/ykzovj>.
8. Луценко А. Н., Катин В. Д., Луценко Ал. Н. Влияние железнодорожного транспорта на природную среду и пути его снижения на Дальневосточной железной дороге // Безопасность в техносфере. 2013. № 2. С. 56–61 [Lutsenko A. N., Katin V. D., Lutsenko Al. N. Railway Transport Influence on Environment and Ways of Its Decrease on Far East Railroad. *Safety in the Technosphere*. 2013;(2):56-61. (In Russ.)]. EDN: <https://elibrary.ru/pzyofb>.
9. Крошечкина И. Ю., Зубрев Н. И. Загрязнение поверхностных горизонтов почвы при эксплуатации железнодорожного транспорта // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева. 2016. № 3(91). С. 11–17 [Kroshechkina I. Yu., Zubrev N. I. Contamination of surface soil horizons during the operation of railway transport. *I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University Bulletin*. 2016;(3):11-17. (In Russ.)]. EDN: <https://elibrary.ru/wkuutn>.
10. Воробьева О. В., Бельков В. М. Миграция нефтепродуктов в дренирующих грунтах железнодорожного полотна // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (Вестник ВНИИЖТ). 2011. № 6. С. 7–11 [Vorobyova O. V., Belkov V. M. Migration of oil products in drainage soils of railway subgrade. *Russian Railway Science Journal*. 2011;(6):7-11. (In Russ.)]. EDN: <https://elibrary.ru/okhqmf>.
11. Бархатов В. И., Добровольский И. П. Повышение эффективности переработки нефти и использования получаемых продуктов. Челябинск: Изд-во Челябинского гос. ун-та, 2013. 322 с. [Barkhatov V. I., Dobrovolskiy I. P. Improvement of oil refining and use of refined products. Chelyabinsk: Chelyabinsk State University Publishing; 2013. 322 p. (In Russ.)]. EDN: <https://elibrary.ru/rufyxf>.
12. Якубовский Ю. Е., Кусков К. В. Малотоннажная химия в переработке полимеров нефтехимии // Наука и технологии Сибири. 2022. № 5. С. 106–110 [Yakubovskiy Yu. E., Kuskov K. V. Low-tonnage chemistry in the processing of petrochemical polymers. *Nauka i tekhnologii Sibiri*. 2022;(5):106-110. (In Russ.)].
13. Якубовский Ю. Е., Хайруллина Л. Б. Развитие технологий с использованием малотоннажной химии в переработке термопластичных полимеров // Перспективные технологии и материалы: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Севастополь, 21–23 сентября 2022 г.: сб. науч. тр. / ред. Т. В. Чайка. Севастополь: Севастопольский гос. ун-т, 2022. С. 430–432 [Yakubovskiy Yu. E., Khairullina L. B. Development of technologies using low-tonnage chemistry in the processing of thermoplastic polymers. *Perspective technologies and materials: Materials of the international scientific and practical conference, 21–23 September 2022, Sevastopol*. Sevastopol: Sevastopol State University; 2022. p. 430–432. (In Russ.)]. EDN: <https://elibrary.ru/tioywa>.
14. Донкова И. А., Якубовский Ю. Е., Колосов В. И. Моделирование и расчет ремонтируемого участка трубопровода на основе композитно-муфтовой технологии // Вестник Тюменского государственного университета. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. 2022. Т. 8, № 3(31). С. 140–154 [Donkova I. A., Yakubovskiy Yu. E., Kolosov V. I. Modeling and calculation of a pipeline section repaired on the basis of composite-coupling technology. *Tyumen state university herald. Physical and mathematical modeling. Oil, gas, energy*. 2022;8(3):140-154. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21684/2411-7978-2022-8-3-140-154>.
15. Yakubovskiy Yu., Kolosov V. Physically Nonlinear Bending of Composite Plates. In: Borodinecs A., Vatin N., Sergeev V. (eds). *Proceedings of EECCE 2019: International Scientific Conference on Energy, Environmental and Construction Engineering, 19–20 November 2019, St. Petersburg, Russia*. Cham: Springer; 2020. p. 307–318.
16. Yakubovskiy Yu., Donkova I., Okaev E. Calculation of Composite Panel Multilayer Structures in Construction Systems. In: Borodinecs A., Vatin N., Sergeev V., eds. *Proceedings of EECCE 2019: International Scientific Conference on Energy, Environmental and Construction Engineering, 19–20 November 2019, St. Petersburg, Russia*. Cham: Springer; 2020. p. 423–432.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Лариса Батыевна ХАЙРУЛЛИНА,

канд. техн. наук, доцент, кафедра техносферной безопасности, Тюменский индустриальный университет (ТИУ, 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, д. 38), Author ID: 815565, <https://orcid.org/0009-0005-8612-2934>

Наталья Леонидовна МАМАЕВА,

старший преподаватель, кафедра техносферной безопасности, Тюменский индустриальный университет (ТИУ, 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, д. 38), Author ID: 793213, <https://orcid.org/0000-0002-1953-8412>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Larisa B. KAIRULLINA,

Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, Technosphere Safety Department, Industrial University of Tyumen (625000, Tyumen, 38, Volodarskogo St.), Author ID: 815565, <https://orcid.org/0009-0005-8612-2934>

Natali L. MAMAEVA,

Senior Lecturer, Technosphere Safety Department, Industrial University of Tyumen (625000, Tyumen, 38, Volodarskogo St.), Author ID: 793213, <https://orcid.org/0000-0002-1953-8412>

ВКЛАД АВТОРОВ

Лариса Батыевна ХАЙРУЛЛИНА. Формирование направления исследования, его актуальность, постановка цели и задач, обсуждение результатов. Фундаментальные исследования способов и методов развития малотоннажной химии, получения композитных материалов (50%).

Наталья Леонидовна МАМАЕВА. Анализ научных работ по переработке вторичного сырья. Подбор статистических данных образования отходов на железнодорожном транспорте, обсуждение результатов (50%).

CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

Larisa B. KHAIRULLINA. Determining the line of research, its relevance, setting goals and objectives, discussing the results.

Fundamental research methods for the development of low-tonnage chemistry, the production of composite materials (50%).

Natali L. MAMAIEVA. Analysis of research on the recycling process. Selection of statistical data on waste generation in railway transport, discussion of the results (50%).

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

The authors have read and approved the final manuscript.

Статья поступила в редакцию 30.03.2023, рецензия от первого рецензента получена 24.04.2023, рецензия от второго рецензента получена 15.05.2023, принята к публикации 19.07.2023.

The article was submitted 30.03.2023, first review received 24.04.2023, second review received 15.05.2023, accepted for publication 19.07.2023.

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В АО «ВНИИЖТ»

Центр дополнительного образования (ЦДО) (лиц. № 2329 от 11.08.2016 г.) проводит повышение квалификации и профессиональную переподготовку слушателей по следующим направлениям:

- Анализ, моделирование бизнес-архитектуры и бизнес-процессов, использование процессного подхода в управлении организацией (для руководителей и специалистов)
- Проектирование, изготовление и приемка сварных конструкций железнодорожного подвижного состава, управление качеством в сварке рельсов, проведение аудита сварочного производства
- Построение энергосберегающих графиков движения поездов с использованием автоматизированной системы АПК ЭЛЬБРУС
- Изучение технологии транспортных процессов
- Транспортная логистика
- Изучение принципов построения и функционирования автоматизированной системы контроля за работой специального подвижного состава
- Изучение устройств, диагностики и средств контроля состояния железнодорожного пути
- Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт подвижного состава и устройств электроснабжения

Программы обучения могут быть разработаны по инициативе заказчика с учетом профессиональной деятельности АО «ВНИИЖТ».

Обучение проводится как в очной форме, так и с применением дистанционных образовательных технологий.

По итогам освоения образовательных программ слушателям выдается документ о квалификации государственного образца.

Куратор ЦДО — Пархаев Алексей Александрович, кандидат социологических наук, заместитель генерального директора по управлению персоналом и социальным вопросам.

По вопросам обучения обращаться по адресу: 129626, г. Москва, 3-я Мытищинская улица, д.10
Центр дополнительного образования. Тел.: +7 (499) 260-41-08

