

## На пути к экономике замкнутого цикла

DOI: 10.34828/UdSU.2024.26.91.001

УДК 628.46: 656

*Д.А. Пустохин, А.А. Подоляко*

### ОСОБЕННОСТИ ТРАНСГРАНИЧНОЙ ТРАНСПОРТИРОВКИ ОТХОДОВ

**Аннотация.** Вопрос регулирования международной политики обращения с отходами становится всё более актуальным. В работе обозначена роль транспортировки среди остальных видов деятельности и технологических этапов жизненного цикла обращения отходов. Рассмотрены различные виды транспорта, с помощью которых могут осуществляться перевозки отходов, а также сами условия для обеспечения транспортировки отходов, предъявляемые российским законодательством. Раскрыто понятие трансграничной транспортировки. Отмечены регулирующие трансграничные перевозки отходов нормативно-правовые акты в России, а также иные основные соглашения для Евразийского экономического союза и Евросоюза. Рассмотрен опыт различных стран по осуществлению импорта и экспорта отходов. Сделан вывод о том, что мировой рынок торговли отходами развивается.

**Ключевые слова:** отходы, трансграничная транспортировка отходов, транспортировка отходов, трансграничное перемещение отходов, утилизация отходов, уничтожение отходов.

*Для цитирования:* Пустохин Д.А., Подоляко А.А. Особенности трансграничной транспортировки отходов // Управление техносферой: электрон. журнал, 2024. Т. 7. Вып. 2. URL: <https://technosphere-ing.ru>. С. 159–174. DOI: 10.34828/UdSU.2024.26.91.001

Негативное влияние деятельности человека на природу выражается в образовании твердых бытовых и промышленных отходов (ТБО, ТПО), которое значительно ухудшает качество окружающей среды во всех странах. Важной задачей общества является создание и внедрение эффективных систем транспортировки и управления отходами, так как в перспективе это гарантирует экологическую безопасность и устойчивость в развитии различных стран.

Изначально организованный и систематический сбор, а также централизованная переработка отходов были инициированы в связи с соображениями о защите общественного здоровья, эффективной борьбе с болезнями или уменьшении неприятных запахов в местах общего пользования. Лишь в последние годы проблематика транспортировки, утилизации, переработки отходов стала пониматься в связи с изменением климата, вреда для человека и экосистем, истощения ресурсов.

В результате неправильного сбора, переработки, сжигания и захоронения отходов в биосферу попадает огромное количество ядохимикатов и токсичных элементов, таких как цинк, медь, свинец, сжигание полимерной упаковки приводит к выбросу ряда токсикантов. В областях свалок образуется повышенное содержание нефтепродуктов, высокая минерализация. Это вызывает эпидемиологическую опасность, рост заболеваемости среди населения, загрязнение воздуха, водоемов, почвы [1].

Важным процессом в жизненном цикле является транспортировка отходов, связывающая различные объекты, которые имеют отношение к их образованию, размещению, переработке, утилизации или уничтожению. Это некое промежуточное звено среди остальных видов деятельности и этапов по обращению с отходами. От правильной формы организации данного процесса и его стабильности зависит дальнейшее экологическое состояние регионов и стран в целом, устойчивость их развития, уровень издержек на переработку или ликвидацию.

### **Транспортировка отходов**

Согласно межгосударственному стандарту о ресурсосбережении [2] транспортирование отходов раскрывается как деятельность по перемещению отходов между местами или объектами их образования, накопления, хранения, утилизации, захоронения и/или уничтожения. Федеральный закон «Об отходах

производства и потребления» [3] говорит о том, что транспортирование отходов – это перевозка отходов различными видами транспорта.

Деятельность по транспортировке производственных или бытовых отходов должна осуществляться в рамках действующего законодательства, согласно установленным требованиям безопасности, а также экологическим, санитарно-эпидемиологическим требованиям и иным договорным или нормативно-правовым положениям [3].

Процесс транспортировки ТБО и ТПО может осуществляться различными видами транспорта [3–7]. Это зависит от типа отходов, их количества, категории опасности, расстояния перевозки и иных экономических, экологических, технических, логистических аспектов.

Чаще всего отходы перевозятся на автомобильном транспорте, он наиболее мобилен и гибок. Благодаря принципу работы «от двери до двери» отходы могут быть транспортированы от пункта сбора до конкретного места назначения без необходимости перевалки. Чаще всего данный вид транспорта используют, если нужно осуществить перевозку небольшого объема отходов или поблизости нет железнодорожных и водных путей сообщения.

Железнодорожный транспорт применяется, если необходимо осуществить транспортирование в отдаленные места большими грузовыми составами. Это экономичный способ перевозки, рассчитанный на большие расстояния [8]. Данный вид транспорта часто используется для перевозок тяжелых и опасных отходов в связи с соответствием железных дорог стандартам качества, контроля и безопасности. Перевозка может осуществляться в вагонах-хопперах, цистернах, крытых вагонах, полувагонах и контейнерах.

Морской вид транспорта подходит для транспортировки отходов на дальние расстояния, особенно при необходимости переработки или утилизации

в другой стране. Морской транспорт является наиболее экономичным. Отходы перевозят в контейнерах или танкерах.

Для транспортировки отходов на любые расстояния возможно применение трубопроводного пневмотранспорта, который в том числе не выделяет никаких газов и считается экологичным [9]. Для сыпучих отходов предпочтительно именно его использование. На поверхности располагаются контейнеры, в которые помещаются отходы, которые дальше сильным потоком воздуха транспортируются по подземным трубопроводам в сортировочные пункты.

Твердые бытовые или промышленные отходы перевозят также грузовым канатным транспортом. Подобный вид транспорта эффективен при вывозе отходов в труднодоступных местностях, характеризующихся водными, лесными, горными препятствиями, так как обеспечивает связь между отдаленными территориями.

Самый редкий вид транспорта, используемый для транспортировки отходов – воздушный. Он характеризуется самыми быстрыми сроками перевозок и самыми высокими затратами на них. Однако, воздушные транспортные средства могут играть большую роль при транспортировании особо опасных отходов, требующих быстрой и безопасной доставки в иной регион. Такая транспортировка происходит в контейнерах.

Перевозке могут подлежать отходы различных классов опасности от первого, наиболее токсичного и чрезвычайно опасного для окружающей среды, до пятого, безопасного для природы и людей.

При осуществлении перевозки отходов согласно российскому законодательству необходимо соблюдение следующих условий [3]:

- для транспортировки отходов I–IV классов опасности нужен паспорт отходов;
- обязательно наличие сопроводительной транспортной документации;

– каждое грузовое место и транспортное средство должно иметь специальный отличительный знак, обозначающий класс опасности транспортируемых отходов;

– соблюдение требований безопасности при осуществлении транспортировки.

### **Трансграничная транспортировка отходов**

Ежегодно страны мира обмениваются огромным количеством отходов, некоторые из которых принадлежат высоким классам опасности. Часто утверждается, что глобальная торговля ТБО и ТПО – по большей части поток отходов из развитых стран в развивающиеся.

Учитывая тенденции роста международной торговли потоками отходов и общее повышение ответственности за утилизацию, переработку и уничтожение в целях устойчивого развития, актуальным становится вопрос регулирования международной политики обращения с отходами и трансграничных перевозок отходов.

Трансграничная транспортировка отходов – это процесс перемещения отходов через границу одной страны на территорию другой с целью их утилизации, переработки или захоронения [2, 3].

Этот процесс является важным элементом управления отходами, поскольку некоторые страны имеют более развитую инфраструктуру для утилизации отходов, чем другие.

Основные причины, обуславливающие актуальность трансграничных перевозок, могут являться следующими [10, 11, 12]:

– Отсутствие территорий для захоронения отходов. Например, в Японии и Сингапуре ограничены места для осуществления захоронения отходов из-за высокой плотности населения, отсутствия свободных площадей под полигоны и свалки, территориальных ограничений.

– Отсутствие необходимой инфраструктуры, системы сбора и технологий для утилизации или уничтожения отходов. В таких странах, как Вьетнам и Россия нет оборудования или технологий, способных переработать определенные виды отходов. Недостаточное количество перерабатывающих предприятий также влечет за собой потребность в трансграничных транспортировках отходов.

– Экономические выгоды от утилизации доходов в другом государстве. Трансграничное перемещение отходов в некоторых случаях используется одними странами (Нидерланды, Великобритания) для экспорта отходов в другие, где существуют более эффективные и экономически выгодные технологии по утилизации и переработке отходов.

– Обязательство следовать международным правилам и требованиям стандартизации обработки отходов. С целью обеспечения международных стандартов по утилизации отходов или их уничтожению некоторые страны выбирают: осуществлять трансграничную транспортировку для обеспечения требований экологии и безопасности во время переработки, утилизации, ликвидации отходов и управления ими на соответствующих предприятиях другой страны или уничтожать, утилизировать отходы на территории своей страны, учитывая, что нарушение ряда требований может привести к наложению санкций или штрафов международными организациями из-за трансграничного загрязнения.

– Потребность иных стран в сырье и ресурсах, которые можно получить при переработке отходов. Иногда в стране (например, Россия, Швеция) может наблюдаться недостаток сырья и ряда ресурсов для собственного производства, которые можно получить благодаря приобретению отходов в других государствах и возвращению отходов в производственный цикл на собственных предприятиях или извлечение после переработки необходимых компонентов из отходов.

– Глобализация рынка, которая сформировала в некоторых странах услуги по обработке, переработке и уничтожению отходов. Благодаря тенденции глобализации появилось предложение услуг по утилизации или уничтожению отходов, что способствует появлению спроса со стороны тех стран, где эти услуги не столь же качественные или не соответствуют стандартам.

Однако трансграничная транспортировка может являться причиной ряда отрицательных последствий на международном уровне, особенно при перевозках опасных отходов, так как возникают риски угрозы для экологии и безопасности окружающей среды, а также здоровья населения стран. Именно поэтому существуют международное законодательство и правила, которые регулируют трансграничные перевозки отходов в целях минимизации потенциальных негативных воздействий.

В России трансграничные транспортировки отходов регулируют постановление Правительства РФ от 17 июля 2003 г. N 442 «О трансграничном перемещении отходов», федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением. Поскольку Россия является участницей Евразийского экономического союза, то трансграничные перемещения отходов также регулируются нормативно-правовыми актами, утвержденными Евразийской комиссией.

Базельская конвенция – это международный договор, который изначально был создан в целях пресечения уничтожения или обезвреживания отходов в наименее развитых странах, минимизации образования отходов, переработки и ликвидации опасных отходов ближе к источнику их возникновения. Данная конвенция принята в более чем 180 странах. Данную конвенцию не ратифицировали лишь Гаити и Соединенные Штаты Америки [13].

Среди основных документов, которые регулируют международные перевозки отходов, можно выделить Базельскую конвенцию о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением, Европейскую рамочную директиву по отходам (2008/98/ЕС), Европейский регламент по перевозке отходов (1013/2006), соглашение от 09.08.2019 «О трансграничном перемещении опасных отходов по таможенной территории Евразийского экономического союза».

На мировом рынке оборот отходов растет. По данным отчёта исследовательской компании Grand View Research [14] в 2022 году объем мирового рынка управления отходами оценивался в 1293,7 млрд долларов, а в 2023 году в 1355,8 млрд долларов. Среднегодовой темп роста рынка управления отходами оценивается в 5,4 % с 2023 года по 2030 год.

Согласно статистике [11] бытовые, медицинские отходы чаще экспортируются в менее развитые страны, тогда как отходы, содержащие ценные металлы или электронные компоненты, напротив, импортируются чаще в развитые страны в целях рециклинга (повторного использования отходов по назначению в производственном цикле) или рекуперации (извлечения из отходов компонентов, которые могут применяться в производственном цикле). Многие ведущие страны, как Германия, Франция, Великобритания, ввиду усиливающейся торговли отходами специализируются на конкретных материалах и способах их обработки.

С конца XX века японские транснациональные корпорации создают промышленные предприятия в развивающихся странах Азии. Опасные отходы, образующиеся в этих зонах, могут перерабатываться либо в принимающих странах при уплате дополнительных сборов и налогов за переработку на внутреннем рынке страны, либо отправляться в Японию, где гарантируется надежная утилизация [10].

В 2021 году экспорт отходов из Европейского Союза в страны, не входящие в ЕС, достиг 33 млн тонн, а импорт составил 19,7 млн тонн. Основным направлением экспорта является Турция, следом идут Индия и Египет. Среди основных экспортируемых отходов были черные металлы и бумажные отходы [15].

Соединенные Штаты, не являющиеся страной-участницей Базельской конвенции, подписали двусторонние соглашения с Коста-Рикой, Малайзией и Филиппинами об импорте опасных отходов с зарубежных предприятий транснациональных корпораций США. Например, Корпорация Intel осуществляет обратную транспортировку металлолома, дорогостоящих материалов и тех материалов, которые содержат интеллектуальную собственность Intel, из производства в Малайзии и на Филиппинах в Соединенные Штаты и Канаду для переработки и защиты своей интеллектуальной собственности [10].

В Российскую Федерацию запрещен ввоз отходов, которые экспортируются в страну для захоронения или обезвреживания, разрешается производить трансграничную транспортировку лишь в целях утилизации отходов при наличии разрешения, полученного в установленном порядке [3]. Росприроднадзор выдает разрешение на подобную перевозку, затем Министерство промышленности и торговли Российской Федерации оформляет лицензию.

Ранее Китай был крупным импортером отходов других стран, особенно пластиковых и электронных. А в 2017 году вышел запрет на импорт 24 видов твердых отходов, и произошло ужесточение правил содержания примесей для вторичного сырья. Так как США, Канада и многие Европейские страны стали искать другие регионы для экспорта своих отходов, ряд иных азиатских стран продолжил политику ужесточения правил трансграничных перевозок и импорта. В 2018 году Таиланд запретил импорт 432 видов электронных и

пластиковых отходов. В 2019 году внесла поправки в свои правила обращения с опасными отходами, запретив импорт твёрдого пластика, Индия. Также иные страны Восточной Азии: Малайзия, Филиппины и Вьетнам после 2019 года запретили импорт определенных видов отходов и приняли ряд мер для пересечения незаконного оборота [10, 16].

В 2019 году Малайзия заявила, что отправит обратно около 3300 тонн неперерабатываемых пластиковых отходов в такие страны, как США, Великобритания, Канада, чтобы не стать свалкой для богатых стран. Многие отходы были завезены на территорию Малайзии незаконно, а что-то было перенаправлено из Китая после выхода постановления китайских ограничений на переработку. С заявлением об обратной отправке отходов также выступали и Филиппины [17].

Подводя итог проведенному анализу, отметим основные тенденции политики импорта и экспорта, влияющие на направления трансграничной транспортировки отходов, в промышленно развитых, новых индустриализирующихся и наименее развитых странах в области обращения отходов (см. таблицу).

Таблица

Основные тенденции политики импорта и экспорта отходов

Страны	Тенденции экспорта и импорта отходов
Промышленно развитые страны (Германия, Франция, Нидерланды, Япония и т.д.)	Благодаря специализации на конкретных материалах или способах обработки некоторые страны становятся чистыми экспортерами по определенным видам отходов (Нидерланды, Великобритания), в то время, как другие (Франция, Германия) чистыми импортерами. В области управления ТБО прослеживается тенденция экспорта в менее развитые страны (Индия, Китай и пр.) для утилизации или захоронения.

*Продолжение табл.*

Новые индустриализирующиеся страны в области обращения отходов (Китай, Индия, Филиппины, Таиланд и т.д.)	В данном контексте новые индустриализирующиеся страны – это страны, где наблюдается экономический рост и развитие в области обрабатывающей промышленности. Происходит ужесточение норм и правил импорта отходов. Растет уровень инвестиций в собственную инфраструктуру по утилизации отходов.
Наименее развитые страны (ряд стран Африки, Азии)	Эти страны (Замбия, Бенин, Сомали, Бангладеш и пр.) уязвимы к незаконному обороту отходов в силу ограниченной инфраструктуры для проверки поставок отходов. Для наименее развитых стран в области обращения отходов характерна высокая доля импорта отходов, направляемых в дальнейшем на полигоны.

Мировая торговля отходами является крупным рынком. Поскольку объемы экспорта и импорта, а также транзитных перевозок отходов огромны, видна значительная роль трансграничных транспортировок. Прослеживается явная связь между большим объемом экспорта отходов на захоронение или сжигание в менее развитые страны, постепенно вводящие ограничения в целях улучшения экологической обстановки. Очевидно, что у стран разные возможности в обращении с отходами. Многие развитые страны, в том числе, импортируют ряд отходов для получения необходимых ресурсов после переработки, особенно электронных отходов и пластика. Трансграничные перевозки активно развиваются. Медленно, но совершенствуется законодательство на международном и национальном уровнях. Вопросы устойчивого развития и безопасности способствуют улучшению самих перевозочных процессов.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Черняева Т.К. Актуальные проблемы влияния отходов производства и потребления на объекты окружающей среды и состояние здоровья населения (обзор). Гигиена и санитария, 2013. Т. 92, № 3. С. 32 – 35.

2. «ГОСТ 30772-2001. Межгосударственный стандарт. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения» (введен Постановлением Госстандарта России от 28.12.2001 N 607-ст) (ред. от 24.05.2023).
3. Об отходах производства и потребления: федер. закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ (с изм. и доп.). Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_19109/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/).
4. Егорова Е.О. Анализ и пути совершенствования логистических технологий транспортировки твердых бытовых отходов в мегаполисах. Инновационные аспекты социально-экономического развития региона: сборник статей по материалам участников IX Ежегодной научной конференции аспирантов «МГОТУ», Научград Королёв, 15 мая 2019 года. ГБОУ ВО МО «Технологический университет». Научград Королёв: Общество с ограниченной ответственностью «Научный консультант», 2019. С. 178 – 186.
5. Шошин Д.С., Медведева В.М. Отечественный и зарубежный опыт транспортировки отходов III и IV классов опасности железнодорожным транспортом. Проблемы безопасности российского общества, 2022. № 3(39). С. 95 – 100.
6. Михальченко А.А. Экологические аспекты развития транспортировки отходов с применением пневмотранспорта. Проблемы безопасности на транспорте: Материалы XI международной научно-практической конференции. Гомель, 25-26 ноября 2021 года. Часть 1. Гомель: Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», 2021. С. 231 – 232.
7. Марченко Ю.В., Попов С.И., Кобцева Ю.И. Система транспортирования отходов с применением грузового канатного транспорта в условиях Арктики и континентального шельфа. Молодой исследователь Дона, 2022. № 3(36). С. 53-57.
8. Основы логистики: Учебник / Коллектив авторов. Под ред. Ф.-Д. Венде и Д.В. Швандар. Москва: КНОРУС, 2022. 276 с.
9. Шульга А.А., Пустохина И.В. Концепция «зеленой логистики» в России. В сборнике: Тенденции развития логистики и управления цепями поставок. Сборник статей международной научно-практической конференции, 2017. С. 398 – 403.
10. Yang S. Trade for the Environment: Transboundary Hazardous Waste Movements After the Basel Convention. Review of Policy Research, 2020. vol. 37, pp. 713 – 738.
11. Martínez J.H., Romero S., Ramasco J.J. et al. The world-wide waste web. Nat Commun, 2022. vol. 13, pp. 1 – 13.

12. Liu Y., Pustokhina I.V. Sino-Russian economic cooperation: challenges and prospects // Человеческий капитал и профессиональное образование, 2020. № 2 (32). С. 60 – 69.
13. Parties to the Basel Convention. Basel Convention. URL: <https://web.archive.org/web/20130614191851/http://www.basel.int/Countries/StatusofRatifications/PartiesSignatories/tabid/1290/Default.aspx>. (Дата обращения: 03.03.2024).
14. Waste Management Market Size, Share & Trends Analysis Report By Service Type (Collection, Transportation, Disposal), By Waste Type, By Region, And Segment Forecasts, 2023-2030. Grand View Research. URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/global-waste-management-market#:~:text=Waste%20Management%20Market%20Size%20%26%20Trends,5.4%25%20from%202023%20to%202030>. (Дата обращения: 10.03.2024).
15. What are the main destinations of EU export of waste? Eurostat. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20220525-1/>. (Дата обращения: 03.03.2024).
16. China's recycling restrictions hit U.S. towns. CBS News. URL: <https://www.cbsnews.com/news/china-recycling-ban-hit-u-s-cities/#>. (Дата обращения: 03.03.2024).
17. Malaysia vows to send tons of non-recyclable garbage back to the U.S., other developed nations. CBS News. URL: <https://www.cbsnews.com/news/malaysia-plastic-waste-back-to-us-other-developed-nations-trash-crisis-china-recycling/>. (Дата обращения: 03.03.2024).

Поступила в редакцию 24.03.2024

### ***Сведения об авторах***

*Пустохин Денис Александрович*

Кандидат экономических наук, доцент кафедры логистики, Факультет «Экономики и бизнеса», ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», 125167, Ленинградский проспект, 55, г. Москва, Россия.

E-mail: [dpustokhin@yandex.ru](mailto:dpustokhin@yandex.ru)

*Подолько Анастасия Алексеевна*

Студент кафедры логистики, института отраслевого менеджмента, ФГБОУ ВПО «Государственный университет управления», 109542, Рязанский пр-кт, д. 99, г. Москва, Россия.

E-mail: [podoliako.nastya@ya.ru](mailto:podoliako.nastya@ya.ru)

*D.A. Pustokhin, A.A. Podoliako*

## PECULIARITIES OF TRANSBOUNDARY WASTE TRANSPORTATION

**Annotation.** The issue of regulation of international waste management policy is becoming more and more topical. The paper identifies the role of waste transportation among other activities and technological stages of the life cycle of waste management. Different types of transport, by means of which waste transportation can be carried out, as well as the very conditions for waste transportation required by the Russian legislation are considered. The concept of transboundary transportation is disclosed. Normative legal acts regulating transboundary waste transportation in Russia, as well as other major agreements for the Eurasian Economic Union and the European Union are noted. The experience of different countries on realization of import and export of wastes is considered. It is concluded that the world market of waste trade is developing.

**Keywords:** waste, transboundary waste transportation, waste transport, transboundary movement of waste, waste utilization, waste destruction.

*For citation:* Pustokhin D.A., Podolyako A.A. [Peculiarities of transboundary waste transportation] *Upravlenie tekhnosferoi*, 2024, vol. 7, issue 2. (In Russ.) Available at: <https://technosphere-ing.ru/pp.159-174>. DOI: 10.34828/UdSU.2024.26.91.001

## REFERENCES

1. Chernyaeva T.K. Aktual'nye problemy vliyaniya otkhodov proizvodstva i potrebleniya na ob"ekty okruzhayushchei sredy i sostoyanie zdorov'ya naseleniya (obzor) [Actual problems of the impact of production and consumption waste on the environment and public health (review)]. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and sanitation], 2013, vol. 92, no. 3, pp. 32 – 35. (In Russ.).
2. «GOST 30772-2001. Mezhgosudarstvennyi standart. Resursoberezhenie. Obrashchenie s otkhodami. Terminy i opredeleniya» (vveden Postanovleniem Gosstandarta Rossii ot 28.12.2001 N 607-st) (red. ot 24.05.2023) [Interstate standard. Resource conservation. Waste management. Terms and definitions» (introduced by Decree of Gosstandart of Russia from 28.12.2001 N 607-st)]. (In Russ.).
3. *Ob othodah proizvodstva i potreblenija: federal'nyj zakon ot 24.06.1998 № 89-FZ (s izmenenijami i dopolnenijami)*. Dostup iz spravochno-pravovoj sistemy «Konsul'tantPljus» [On production and consumption waste: Federal Law No. 89-FZ dated June 24, 1998 (as amended and supplemented). Access from the reference and legal system «ConsultantPlus»]. Available at: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_19109/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/). (In Russ.).
4. Egorova E.O. *Analiz i puti sovershenstvovaniya logisticheskikh tekhnologii transportirovki tverdykh bytovykh otkhodov v megapolisakh* [Analysis and ways to improve logistic technologies

- of solid waste transportation in megacities]. *Innovatsionnye aspekty sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya regiona : sbornik statei po materialam uchastnikov IX Ezhegodnoi nauchnoi konferentsii aspirantov «MGOTU», Naukograd Korolev, 15 maya 2019 goda. BOU VO MO «Tekhnologicheskii universitet». Naukograd Korolev: Obshchestvo s ogranichennoi otvetstvennost'yu «Nauchnyi konsul'tant»* [Innovative aspects of socio-economic development of the region : a collection of articles based on the materials of the participants of the IX Annual Scientific Conference of postgraduate students «MSTU», Science City Korolev, 15 May 2019. State Budgetary Educational Institution of Higher Education of MO «Technological University». Naukograd Korolev: Limited Liability Company «Scientific Consultant».], 2019, pp. 178 – 186. (In Russ.).
5. Shoshin D.S., Medvedeva V.M. *Otechestvennyi i zarubezhnyi opyt transportirovki otkhodov III i IV klassov opasnosti zheleznodorozhnym transportom* [Domestic and foreign experience of transporting hazard class III and IV wastes by railway transport]. *Problemy bezopasnosti rossiiskogo obshchestva* [Problems of security of the Russian society], 2022, no. 3(39), pp. 95-100. (In Russ.).
  6. Mikhail'chenko A.A. *Ekologicheskie aspekty razvitiya transportirovki otkhodov s primeneniem pnevmotrasporta* [Environmental aspects of waste transport development with the use of pneumatic transport]. *Problemy bezopasnosti na transporte: Materialy XI mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii. Gomel', 25-26 nojabrja 2021 goda. Chast' 1. Gomel'* [Problems of transport safety: Materials of the XI international scientific and practical conference. Gomel, November 25-26, 2021. Part 1.]: *Uchrezhdenie obrazovanija «Belorusskij gosudarstvennyj universitet transporta»*, 2021, pp. 231 – 232. (In Russ.).
  7. Marchenko Yu.V., Popov S.I., Kobtseva Yu.I. *Sistema transportirovaniya otkhodov s primeneniem gruzovogo kanatnogo transporta v usloviyakh Arktiki i kontinental'nogo shel'fa* [Waste transportation system using cargo rope transport in the Arctic and continental shelf conditions]. *Molodoi issledovatel' Dona* [A young explorer of the Don], 2022, no. 3(36), pp. 53 – 57. (In Russ.).
  8. *Osnovy logistiki: Uchebnik. Kollektiv avtorov.* [Fundamentals of logistics: Textbook. Team of authors]. Ed. F.-D. Wende and D.V. Shvandar. Moscow: KNORUS, 2022, 276 p. (In Russ.).
  9. Shulga A.A., Pustokhina I.V. *Koncepcija «zelenoj logistiki» v Rossii* [The concept of «green logistics» in Russia. In the collection]: *V sbornike: Tendencii razvitija logistiki i upravlenija cepjami postavok. Sbornik statej mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Trends

- in the development of logistics and supply chain management. Collection of articles of the international scientific and practical conference], 2017, pp. 398 – 403. (In Russ.).
10. Yang S. Trade for the Environment: Transboundary Hazardous Waste Movements After the Basel Convention. *Review of Policy Research*, 2020. vol. 37, pp. 713 – 738.
  11. Martínez J.H., Romero S., Ramasco J.J. et al. The world-wide waste web. *Nat Commun*, 2022. vol. 13, pp. 1 – 13.
  12. Liu Y., Pustokhina I.V. Sino-Russian economic cooperation: challenges and prospects. *Chelovecheskiy kapital i professional'noye obrazovaniye*, 2020. № 2 (32). pp. 60-69. (In Eng.).
  13. Parties to the Basel Convention. Basel Convention. Available at: <https://web.archive.org/web/20130614191851/http://www.basel.int/Countries/StatusofRatifications/PartiesSignatories/tabid/1290/Default.aspx>. (Accessed: 03.03.2024).
  14. Waste Management Market Size, Share & Trends Analysis Report By Service Type (Collection, Transportation, Disposal), By Waste Type, By Region, And Segment Forecasts, 2023-2030. Grand View Research. Available at: <https://www.grandviewresearch.com/>. (Accessed: 10.03.2024).
  15. What are the main destinations of EU export of waste? Eurostat. Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20220525-1/>. (Accessed: 03.03.2024).
  16. China's recycling restrictions hit U.S. towns. CBS News. Available at: <https://www.cbsnews.com/news/> (Accessed: 03.03.2024).
  17. Malaysia vows to send tons of non-recyclable garbage back to the U.S., other developed nations. CBS News. Available at: <https://www.cbsnews.com/>. (Accessed: 03.03.2024).

Received: 24.03.2024

### ***About the Authors***

#### ***Pustokhin Denis Aleksandrovich***

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Logistics, Faculty of Economics and Business, Financial University under the Government of the Russian Federation, 125167, Leningradsky Prospekt, 55, Moscow, Russia.

E-mail: [dpustokhin@yandex.ru](mailto:dpustokhin@yandex.ru)

#### ***Podoliako Anastasiia Alekseevna***

Student of the Department of Logistics, Institute of Industry Management, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «State University of Management», 109542, Ryazansky pr. 99, Moscow, Russia.

E-mail: [podoliako.nastya@ya.ru](mailto:podoliako.nastya@ya.ru)