УДК 911.3

DOI: 10.18384/2712-7621-2020-2-113-128

ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МЕСТ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЁРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ (НА ПРИМЕРЕ ПРИМОРСКОГО КРАЯ)

Волкова И. Н.¹, Крылов П. М.², Семина И. А.³, Сергушко С. В.⁴, Сидоров В. П.⁵

¹ Институт географии РАН

119017 г. Москва, Старомонетный пер., д. 29, стр. 4, Российская Федерация

² Московский государственный областной университет

141014, Московская обл., г. Мытищи, ул. Веры Волошиной, д. 24, Российская Федерация

³ Национальный исследовательский Мордовский государственный университет

430005, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевикская, д. 68, Российская Федерация

⁴ Московский финансово-юридический университет

117342, г. Москва, ул. Введенского, д. 1А, Российская Федерация

⁵ Удмуртский государственный университет

426034, Россия, г. Ижевск, ул. Университетская, д. 1, Российская Федерация

Аннотация.

Целью статьи является транспортно-логистическое обоснование выбора мест размещения объектов системы обращения с твёрдыми коммунальными отходами на материалах Приморского края (в рамках создания территориальной схемы обращения с отходами).

Процедура и методы. Авторы использовали материалы (сведения) о технико-экономических параметрах автодорожной сети региона, а также сведения о местах и объёмах образования твёрдых коммунальных отходов, местах их сортировки, переработки и захоронения.

Результаты. Научно обоснована и разработана перспективная схема транспортировки твёрдых коммунальных отходов на территории Приморского края на муниципальном уровне. Для Приморского края предложено выделение пяти технологических зон, с учётом перспективной роли и значения транспортного фактора. Для труднодоступных территорий рекомендуется использовать железнодорожный и морской транспорт. Средняя дальность транспортировки отходов в пределах края в перспективе снизится до 37 км. Южная часть Приморского края останется в будущем наиболее проблемным районом с точки зрения организации системы обращения с твёрдыми коммунальными отходами.

Теоретическая/практическая значимость. Результат работы был использован в 2018 г. при разработке территориальной схемы обращения с отходами в Приморском крае и соответствующих нормативно-правовых актов регионального уровня. Полученный результат обосновывает необходимость изменения мест сбора, утилизации и переработки отходов на территории Приморского края с учётом транспортного фактора.

Ключевые слова: территориальная схема система обращения с отходами, твёрдые коммунальные отходы, транспортирование отходов, Приморский край

TRANSPORT AND LOGISTICS JUSTIFICATION FOR LOCATION OF SOLID MUNICIPAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM FACILITIES (ON THE EXAMPLE OF THE PRIMORSKY KRAI)

I. Volkova¹, P. Krylov², I. Semina³, S. Sergushko⁴, V. Sidorov⁵

¹ Institute of Geography RAN

29 Staromonetnyi per., 119017 Moscow, Russian Federation

² Moscow Region State University

24 ul. Very Voloshinoy, 141014 Mytishchi, Moscow region, Russian Federation

³ National Research Mordovian State University

68 ul. Bol'shevistskaya, 430005 Saransk, Republic of Mordovia, Russian Federation

⁴ Moscow University of Finance and Law

1A ul. Vvedenskogo, 117342 Moscow, Russian Federation

⁵ Udmurt State University

1 ul. Universitetskaya, 426034 Izhevsk, Udmurtia, Russian Federation

Abstract.

Aim. The paper justifies from the transport and logistics standpoints the choice of locations of solid municipal waste management system facilities on the materials of the Primorsky krai (within the framework of the creation of the territorial scheme of waste management).

Methodology. Use is made of the data (information) on the technical and economic parameters of the road network of the region, as well as information about the places and volumes of solid municipal waste generation, places of their sorting, processing and burial.

Results. A promising scheme of transportation of solid municipal waste on the territory of the Primorsky krai at the municipal level is scientifically substantiated and developed. For the Primorsky krai it is proposed to allocate five technological zones, taking into account the perspective role and value of the transport factor. Rail and maritime transport are recommended for hard-to-reach areas. The average range of waste transportation within the region will decrease in the future to 37 kilometers. The southern part of the Primorsky krai will remain in the future the most problematic area in terms of the organization of the solid municipal waste management system. This is due to the concentration of significant amounts of industrial production in the southern part of the region and a slight decrease in the specific formation of solid municipal waste in the future.

Research Implications. The result of the work was used in 2018 in the territorial scheme of waste management in the Primorsky krai and in the development of relevant regulatory and legal acts at the regional level. The obtained result justifies the need to change the places of collection, recycling and recycling of waste in the territory of the Primorsky krai taking into account the transport factor.

Keywords: system of waste management, placement justification, solid municipal waste, transportation of waste, Primorsky krai

Введение

По данным Всемирного банка¹, в мире ежегодно образуется свыше 2 млрд т твердых коммунальных отходов (ТКО), в т. ч. около 60–70 млн т приходится на Россию; к 2050 г. их масса возрастет до 3,4 млрд т.

¹ <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/brief/solid-waste-management> (дата обращения: 30.05.2020 г.).

Национальный проект «Комфортная среда для жизни» предполагает также решение тех задач национальных проектов «Экология» и «Безопасные и качественные автомобильные дороги», где задача обращения с отходами потребления имеет комплексный характер, связывая воедино условия жизни людей с их экологической и экономической безопасностью.

Необходимо так организовать жизненное пространство, чтобы обеспечить возможности сохранения комфортной среды при удовлетворении возрастающих потребностей населения [3; 10; 12; 21]. Поэтому проблема обращения с отходами является актуальной для управления на всех уровнях власти, региональных бизнес-структур, общественности и отдельно каждого человека [8; 14; 15; 20; 22].

Современная ситуация в Российской Федерации такова, что отходы потребления или твердые бытовые отходы, как правило, вывозятся на полигоны и несанкционированные свалки, которые находятся вблизи населённых пунктов. Метод складирования твёрдых коммунальных отходов (ТКО) популярен во всем мире, так как для его использования не требуются значительные капитальные вложения [19; 22]. Однако это не удовлетворяет современным требованиям комфортной среды для жизнедеятельности людей.

С 2014 г. сельские поселения в России лишены полномочий по данной проблеме¹; не указаны эти направления деятельности и для внутригородских районов. Обязанности органов местного самоуправления городских поселений заключаются в сборе и транспортировании; а для органов городских округов и муниципальных районов добавляются и такие действия, как обработка, утилизация, обезвреживание, захоронение отходов [17].

Следует констатировать, что *современная система управления отходами в России не стимулирует внедрение передовых методов удаления и переработки отходов*, что приводит к захоронению или складированию на промплощадках и в местах, не пригодных для этого [16].

В диссертации Т. И. Заборцевой [4] было установлено, что определяющими

¹ Федеральный закон №131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации», касающиеся полномочий сельских поселений и муниципальных районов по решению вопросов местного значения (введены 27.05.2014 г., с внесением изменений в 2017 г.).

пространственную и функциональную структуру средозащитной инфраструктуры региона по обращению с твердыми отходами являются интенсивность и тип хозяйственного освоения, обусловленные его природно-климатическими особенностями и экономико-географическим положением.

Во многих регионах страны складывается напряженная ситуация из-за недостатка земельных участков для захоронения ТКО. Необходим научно обоснованный подход к выбору мест размещения объектов обращения с твердыми отходами, что позволит экономически и экологически целесообразно подойти к пониманию и решению обозначенной проблемы [1; 11].

Постановка проблемы

Существующая система обращения с отходами на территории Приморского края, с одной стороны, является типичной для большинства регионов России, а с другой стороны, край имеет специфические региональные особенности. Они обусловлены особенностями географического положения, хозяйственной специализацией, перспективными направлениями развития края, связаны с концентрацией производительных сил на территории развивающейся Владивостокской агломерации, а также особым статусом территории опережающего развития. В зависимости от хозяйства в крае выделяют три группы муниципальных образований².

1) Северные муниципальные образования, преимущественно специализирующиеся преимущественно на освоении природных ресурсов.

2) Центральные муниципальные образования, специализирующиеся, в основном, в сфере АПК и обрабатывающей промышленности.

² Приложение к приказу об утверждении территориальной схемы обращения с отходами от 25.02.2019 №37-01-09/38 Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Приморского края

3) Южные муниципальные образования, экономика которых наиболее диверсифицирована, а базовыми секторами являются обрабатывающая промышленность, транспортные услуги, рыбохозяйственный комплекс. Они наиболее развиты с точки зрения высокой концентрации производительных сил, а также плотности автодорожной сети. На территории южных муниципальных образований расположена Владивостокская агломерация – наиболее экономически развитая часть региона, генерирующая значительную часть отходов производства и населения.

Современная ситуация в регионе такова, что должна эффективно функционировать система обращения с твердыми коммунальными отходами, на что и нацелена Территориальная схема обращения с отходами на территории края.¹

Мусоровозным транспортом вывозятся ТКО, а жидкие отходы из неканализованных домовладений – ассенизационным вакуумным транспортом.

Сбор и удаление коммунальных отходов в муниципальных образованиях осуществляется на плано-регулярной основе в сроки, предусмотренные санитарными правилами по утвержденным графикам коммунальными предприятиями по уборке на договорных началах.

В современной теории и практике рассматриваются решения проблемы ТКО на всех территориальных уровнях: муниципальном, межмуниципальном, региональном, межрегиональном и даже международном.

Понятие территориальной схемы обращения с отходами

Территориальная схема обращения с отходами – совокупность текстовых и графических материалов (включая чертежи, план, схемы), системы организации

и осуществления работ по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, захоронению отходов, в том числе ТКО, образующихся на территории одного из субъектов Российской Федерации, а также направлений её развития на тот или иной период.

Все этапы обращения ТКО связаны с транспортным процессом. Его материальная основа – автотранспорт специального назначения. При этом часть ТКО может вывозиться морским транспортом (например, с северо-восточных территорий Приморского края). Теоретически можно использовать и железнодорожный транспорт, однако это экономически оправдано только для единичных объектов, генерирующих большие объемы ТКО и отходов промышленного назначения.

Материалы и методы исследований

Основой рассматриваемой работы послужили материалы органов исполнительной власти и органов местного самоуправления Приморского края, данные территориального органа Росстата по Приморскому краю. При выполнении расчётов были использованы данные о производстве бытовых отходов населением, предприятиями и организациями региона в 2014–2017 гг.

Размещение объектов системы обращения с отходами произведено в соответствии с минимизацией транспортно-логистической функции F :

$$F = \sum_{i=1}^N \frac{V_{\text{МО}i}}{P_i} \times R_i \rightarrow \min$$

где: i – количество населенных пунктов;

$V_{\text{МО}i}$ – объем образующихся отходов в i -м населенном пункте;

P_i – грузоподъемность используемого транспорта;

R_i – расстояние от i -ого населенного пункта до комплекса по переработке отходов.

¹ Необходимость подобного документа определяется федеральным законом от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ (ред. от 07.04.2020 г.) «Об отходах производства и потребления».

В расчетах оптимизации транспортных потоков использовалась матрица автомобильных дорог Приморского края (расстояния по автодорогам между всеми населенными пунктами Приморского края с населением свыше 500 жителей).

Образование отходов в Приморском крае

Размещение источников отходов по территории края характеризуется не-

равномерностью (за счет большой неравномерности размещения населения и промышленных предприятий как основных источников образования и транспортировки отходов, см. табл. 1), Около 32% всех отходов приходится на городской округ Владивосток. Крупнейшим производителем промышленных отходов в Приморском крае является угольный разрез (Филиал Лучегорский) ОАО «ДГК».

Таблица 1 / Table 1

Основные предприятия – источники промышленных отходов на территории Приморского края (оценка на 2012 г.) / Main enterprises as sources of industrial waste in the territory of the Primorsky krai (2012 estimate)

Наименование предприятия (организации)	Количество образующихся отходов, млн т
ОАО «ДГК» Филиал Лучегорский угольный разрез	28,6
ЗАО «ГХК Бор»	2,1
ООО «Ярославская ГРК»	1,7
Филиал «ЛуТЭК» ОАО «ДГК»	1,3
Разрез Пореченский	0,94
Артемовская ТЭЦ «Приморская генерация» ОАО «ДГК»	0,48
ЗАО «Уголь-АСО»	0,34
ОАО «Владивостокский бутощебеночный завод»	0,33
ВТЭЦ-2 ОАО «ДГК»	0,24
ОАО «Первая нерудная компания»	0,18
Партизанская ГРЭС	0,18
ОАО «Приморскуголь»	0,13
ЗАО Михайловский бройлер	0,043
ООО «Птицефабрика Уссурийская»	0,026
ООО «Спецморнефтепорт Козьмино»	0,012
ООО «САБ Миллер РУС» в г. Владивосток	0,010
ООО «Приморский сахар»	0,007
ОАО «Птицефабрика «Надеждинская»	0,006

Ист.: составлено авторами по материалам ОАО «Гипрогор»

Транспортировка отходов в Приморском крае¹

Характерной чертой Приморского края является низкий уровень транспортной освоенности большей части его территории (особенно центральных, се-

верных и восточных районов). На данных территориях в настоящее время и в перспективе 25–40 лет сохранится низкая плотность автодорожной сети.

Это вызывает необходимость решения транспортно-логистической задачи обоснования размещения объектов и организации маршрутов специального автомобильного транспорта по транс-

¹ При написании этой части статьи были использованы материалы ОАО «Гипрогор», а также ОАО «Центр благоустройства и обращения с отходами».

портировке отходов потребления [9; 18], что в итоге максимально снизит транспортные издержки в процессе перевозок отходов (а их доля в суммарных затратах составляет не менее 20–30%).

При разработке транспортно-логистического обоснования выбора мест размещения объектов системы обращения ТКО необходимо учитывать следующие составляющие [2]:

1) суммарный объем перевозимых отходов из искомой точки (населенного пункта, промышленного предприятия);

2) минимизацию транспортных издержек путем создания (развития) полигонов в определенных точках в пределах рассматриваемой территории Приморского края.

Транспортные компании и обслуживаемые ими потребители зачастую находятся на значительном расстоянии друг от друга, в результате чего договоры на вывоз отходов заключаются без учёта территориальной близости, следствием чего является нерациональность транспортировки отходов. Оптимизация маршрутов сбора ТКО только по длине маршрута ещё не является гарантией того, что выбранный вариант обеспечит наименьший расход топлива – следует учитывать расходные характеристики транспортного средства и массу перемещаемых отходов [6]. С 2018 г. в России перемещение транспортных средств, осуществляющих транспортировку отходов, контролируется с помощью оборудования, использующего технологии спутникового мониторинга [5].

Повышение процесса эффективности ликвидации отходов вызывает необходимость организации системы их двухэтапного транспортирования [11; 13], необходимыми элементами которой являются специализированные транспортные средства, осуществляющие перемещение от пунктов сбора к пунктам ликвидации, организованные в потоки движения отходов.

Моделирование размещения новых полигонов ТКО

Основу *логистической задачи* движения отходов производства и потребления составляет определение: а) маршрутов и графиков транспортирования отходов от мест накопления к объектам утилизации и б) оптимального количества объектов утилизации, мест их расположения и мощностей. Мировой опыт и отечественная практика свидетельствуют о *возможности использования* в крупных городах и городских агломерациях *различных систем транспортирования отходов от мест образования до объектов по их переработке, размещению и уничтожению*: 1) *одноэтапная* – прямой вывоз отходов от мест образования к объектам утилизации, 2) *двухэтапная* – вывоз с использованием мусороперегрузочных станций [7]. Картографическое изображение (рис. 1) дает представление о размещении объектов инфраструктуры системы обращения с отходами в соответствии с минимизацией транспортно-логистической функции.

Для районов южной части Приморского края, где в связи с реализацией *концепции создания территорий опережающего социально-экономического развития* (ТОР) в перспективе предполагается повышение уровня концентрации производительных сил (включая строительство жилых и промышленных объектов), произведен учет прогнозных изменений объемов образования отходов (в соответствии с имеющимися на сегодняшний день сведениями о предполагаемом росте населения на 20 тыс. чел. (остров Русский) и 300 тыс. чел. (Надеждинский район)).

На основании экспертных оценок темпов реализации программ социально-экономического развития Приморского края и введением корректирующего коэффициента учтены оптимизация дорожной сети Приморья и повышение качества дорог, по которым предполагается транспортировка отходов.

На рисунке 1 приведены предлагаемые места размещения объектов системы обращения с отходами, рассчитанные на основании транспортно-логистической схемы транспортировки отходов без оценки возможности отведения указанных участков под размещение данных объектов хозяйствования. Такую работу целесообразно провести в ближайшей перспективе.

Юг Приморского края является наиболее проблемным районом с точки зрения планирования и организации системы обращения с отходами. Это связано с концентрацией на юге края наибольших объемов производительных сил, производственных мощностей и населения. Кроме того, это наиболее динамично развивающийся и перспективный для интен-

Ист.: материалы ОАО «Гипрогор»

Рис. 1 / Fig. 1. Схема размещения объектов инфраструктуры системы обращения с отходами на территории Приморского края (существующие на 2017 г. и перспективные объекты)¹ / Layout of infrastructure facilities of the waste management system in the territory of the Primorsky krai (existing in 2017 and promising objects)

¹ Источник: материалы ОАО «Гипрогор»

сивного роста район: именно здесь заложены основные проекты развития края.

По мере заполнения технологических карт существующих полигонов ТКО, они будут передаваться на рекультивацию.

К 2035 г. на территории юга Примор-

ского края останутся следующие действующие крупные межмуниципальные комплексы по переработке отходов (табл. 2): в п. Славянка, г. Находка, г. Партизанск, г. Уссурийск, п. Хороль, Надеждинский район.

Таблица 2 / Table 2

**Перспективная инфраструктура обращения с отходами в южной части
Приморского края / Promising waste management infrastructure
in the southern part of the Primorsky krai**

Районы Приморского края	Размещение комплекса по переработке отходов
Южная часть Хасанского района	п. Славянка
Северная часть Хасанского района	Надеждинское МО
Владивосток, Артем, Угловое, Надеждинский район, Юго-западная часть Шкотовского района	Надеждинское МО
Восточная часть Шкотовского района, Большой Камень, Фокино, г. Партизанск	г. Партизанск
г. Находка	г. Находка

Ист.: составлено авторами по материалам ОАО «Гипрогор»

**Выделение оптимальных
технологических зон обслуживания**

Транспортно-логистическое обоснование выбора мест размещения объектов системы обращения с отходами выполнялось на основе обоснования *технологических зон обслуживания объектов по обращению с отходами на перспективу*, замкнутых на конечный объект – Индустриальный парк и межмуниципальные комплексы твердых коммунальных отходов.

В результате проведенных расчетов были выделены 5 технологических зон обслуживания (кластеров), а именно: Северная, Северо-Восточная, Западная, Центральная, Южная зоны.

Общая схема обращения ТКО на территории Приморского края включает следующие принципы:

- 1) сбор и накопление отходов производится в местах образования отходов;
- 2) транспортирование отходов производится напрямую или с использованием мусороперегрузочных станций;

3) ликвидацию отходов на комплексах по переработке отходов (включающих мусоросортировочные линии).

Оптимизация системы обращения отходов достигается *при минимизации затрат на транспортировку* (критерий оптимизации) и *при условии выполнения требований Российского законодательства в части обращения с отходами, санитарно-эпидемиологического благополучия населения и охраны окружающей среды* (ограничивающие условия).

Основными региональными особенностями Приморского края в части проблемы сбора и транспортировки отходов является низкая связанность автодорог и наличие малых населенных пунктов, изолированных от регионального автомобильного сообщения, либо характеризующихся значительным транспортным плечом, фактически исключающим организацию регулярного сообщения при низких объемах образования отходов.

В этом отношении становится целесообразным рассматривать региональную систему обращения отходов в двух

составляющих – подсистемы вывоза и транспортировки отходов из крупных городов и поселков, включенных в региональное транзитное автомобильное сообщение, и подсистемы обращения с отходами в удаленных и изолированных малых населенных пунктах.

В городах и поселках Приморского края, включенных в общую дорожную сеть, *целесообразна организация объектов перегрузки, сортировки и размещения отходов*. При этом *базирование объектов сортировки и размещения наиболее экономически оправданно в районе крупных городов и поселков*, что позволяет обеспечить минимизацию машино-смен, необходимых для вывоза отходов от мест их образования. Так, для Приморского края территории оптимального расположения объектов системы обращения отходов приурочены к наиболее густонаселенным территориям.

Размещение полигонов для малых и удалённых сельских поселений

Для обеспечения оптимальной организации сбора и транспортировки ТКО в некоторых районах Приморского края были особо выделены территории, характеризующиеся низкой плотностью населения, удалённостью и относительной труднодоступностью, а также слаборазвитой транспортной инфраструктурой. В результате было выделено три обширных зоны, в которых необходима разработка нестандартных, с точки зрения системы обращения с отходами, решений по сбору и транспортировке ТКО:

- северо-восточная часть Приморья – Тернейский район;
- северная часть Приморья – Пожарский и Красноармейский районы;
- центральная часть Приморья – отдельные поселения Чугуевского, Анучинского, Яковлевского, Спасского, Лесозаводского районов.

Общими особенностями указанных территорий являются:

- наличие до 15% сельских поселений с численностью населения до 100 чел.; до 60% поселений с численностью населения от 100 до 250 чел.; до 25% поселений с численностью свыше 250 чел. (в учет взяты поселения с численностью населения менее 1000 чел.);

- отсутствие положительных тенденций в динамике численности населения в ближайшие годы (исключением может являться приезд на территорию поселения семей беженцев из горячих точек и зон военно-политических кризисов вне пределов Российской Федерации);

- отсутствие дорожной сети, необходимой для грузового автотранспорта круглый год (наблюдается ярко выраженная зависимость качества дорог к малонаселенным и удаленным поселениям от погодных условий);

- бытовые отходы образуются преимущественно в частном секторе (доля отходов, образующихся в немногочисленных организациях и предприятиях, размещенных на территории малочисленных сельских поселений, ничтожно мала и не подлежит учету в масштабах краевой системы обращения с отходами);

- часть образующихся отходов (все отходы древесины, бумаги и картона, большая часть пищевых отходов и т. п.) утилизируется в придомовых хозяйствах;

- отсутствие компактного проживания на территории сельских поселений.

Для названных видов территорий предусмотрены определённые исключения из общих требований по организации сбора и транспортировки ТКО. Введение указанных исключений позволит местным органам самоуправления существенно сократить издержки по сбору и транспортировке ТКО.

В связи со слаборазвитой транспортной инфраструктурой и отсутствием сухопутного сообщения между большинством населённых пунктов Тернейского района для транспортировки ТКО на Тернейский полигон *предлагается использовать морское сообщение* (рис. 2).

Ист.: материалы ОАО «Гипрогор»

Рис. 2 / Fig. 2. Транспортно-логистическая схема санитарной очистки малых поселений (на примере Тернейского района) / Transport and logistics scheme of sanitary cleaning of small settlements (on the example of Terneiskii district)

Расчет необходимого числа мусоровозов по муниципальным образованиям Приморского края

Для расчета необходимого числа мусоровозов и контейнеровозов в Приморском крае к 2026 г. нами приняты исходные данные модели:

- 1) используются мусоровозы средней вместимости 5 т (заполнены в среднем на 80%);
- 2) мусоровозы и контейнеровозы используются 12 ч в день (40% времени эффективного использования для вывоза ТКО из населенного пункта; остальное время – отстой и порожний пробег);

3) мусоровозы (контейнеровозы) используется 280 дней в году;

4) средняя маршрутная скорость движения – 45 км/час;

5) учитывается среднее расстояние маршрутов мусоровозов по каждому из муниципальных районов и городских округов края;

6) качество автомобильных дорог общего пользования будет соответствовать выполненным программным решениям по ремонту и капитальному ремонту к 2026 г.

Как показал расчет, *основным ограничивающим фактором, определяющим*

количество потребного мусоровозного автотранспорта в малых населенных пунктах, является продолжительность рабочей смены, принятая за 7 часов, а в городах – емкость мусоровоза.

К 2026 г. Приморскому краю потребуется минимум 104,1 мусоровоза (контейнеровоза) для удовлетворения потребности в вывозе ТКО (табл. 3). Наибольшая потребность в мусоровозах и контейнеровозах возникнет у крупнейших городских округов края. В частности, только Владивостокскому городскому округу потребуется не менее 27 мусоровозов и контейнеровозов.

Таблица 3 / Table 3

Расчетное значение величины ежегодно накапливаемых ТКО по муниципальным образованиям Приморского края (к 2026 г.) / Estimated value of the annually accumulated MSW by municipalities of the Primorsky krai (by 2026)

Муниципальное образование	Величина накопления, млн тонн/год	Средняя дальность перевозки ТКО до места его хранения (переработки), км	Суммарная транспортная работа (тыс. т-км) ТКО/год	Необходимое количество мусоровозов (грузоподъемностью 5 тонн)
Дальнереченский ГО	12,9	12	155	0,6
Дальнереченский район	5,6	65	362	1,5
Пожарский район	15,7	50	785	3,3
Красноармейский район	9,3	90	836	3,5
Лесозаводской ГО	19,2	25	479	2,0
Кировский район	10,7	15	160	0,7
ГО Спасск-Дальний	18,5	10	185	0,7
Спасский район	15,3	32	490	2
Черниговский район	18,2	25	456	1,9
Дальнегорский ГО	19,2	10	192	0,8
Кавалеровский район	13,2	45	594	2
Тернейский район	6,3	120	750	3
Ольгинский район	5,4	20	107	0,4
Хорольский район	15,2	25	379	1,6
Ханкайский район	12,4	60	742	3,1
Пограничный район	12,0	55	661	2,7
Уссурийский ГО	81,6	35	2854	11,8
Октябрьский ГО	12,3	50	616	2,5
Михайловский район	17,2	25	430	1,8
ГО Большой Камень	16,8	15	253	1,0
ГО ЗАТО Фокино	13,5	15	202	0,8
Шкотовский район	12,7	30	380	1,6
Владивостокский ГО	325,2	20	6504	26,9

Окончание табл. 2

Муниципальное образование	Величина накопления, млн тонн/год	Средняя дальность перевозки ТКО до места его хранения (переработки), км	Суммарная транспортная работа (тыс. т-км) ТКО/год	Необходимое количество мусоровозов (грузоподъемностью 5 тонн)
Артемовский ГО	51,2	25	1279	5,3
Надеждинский район	20,2	15	302	1,3
Находкинский ГО	68,0	15	1020	4,2
Партизанский ГО	19,9	10	199	0,8
Партизанский район	15,6	40	623	2,6
Лазовский район	7,1	65	465	1,9
Арсеньевский ГО	23,3	20	446	1,9
Яковлевский район	8,1	45	362	1,5
Чугуевский район	12,4	80	995	4,1
Анучинский район	7,4	35	257	1,1
Хасанский район	14,9	45	672	2,8
ИТОГО ТКО	936,2	37	25194	104,1

Ист.: составлено авторами по материалам ОАО «Гипрогор»

Задача оптимизации транспортно-логистического обеспечения системы обращения с твердыми коммунальными отходами определяется географическими условиями территории, технико-экономическими возможностями транспортной системы региона, условиями труда работников и экологическими стандартами. Система транспортировки ТКО на территории Приморского края существенно изменится в течение ближайших 5–15 лет.

Для Приморского края предложено выделить пять технологических зон, с учётом перспективной роли и значения транспортного фактора. Для труднодоступных территорий рекомендуется использовать железнодорожный и морской транспорт. Средняя дальность транспортировки отходов в пределах края в перспективе снизится до 37 км.

С транспортно-экономической и экологической точек зрения рекомендуется

организация объектов перегрузки, сортировки и размещения отходов. При этом размещение объектов сортировки и размещения наиболее экономически оправданно вблизи крупных городов и поселков.

Южная часть региона останется на перспективу наиболее проблемным районом с точки зрения организации системы обращения с ТКО. Это связано с ростом концентрации в южной части края значительных объёмов промышленного производства и незначительным снижением удельного образования ТКО на перспективу.

Рассмотренная в работе методика применима к большинству регионов России (за исключением территориально обособленных Сахалинской и Калининградской областей и городов федерального значения).

Статья поступила в редакцию 18.01.2020

БЛАГОДАРНОСТИ

Статья подготовлена в рамках госзадания Института географии РАН № 0148-2019-0008 «Проблемы и перспективы территориального развития России в условиях его неравномерности и глобальной нестабильности» (НИОКТР №AAAA-A19-119022190170-1).

ACKNOWLEDGEMENTS

The paper was prepared as part of the State Assignment of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences (No. 0148-2019-0008) within the topic 'Problems and Prospects for the Territorial Development of Russia in the Conditions of Its Unevenness and Global Instability' (R&D No. AAAA-A19-119022190170-1).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бартанов Е. А. Проблемы в области размещения твердых коммунальных отходов // Вестник Бурятского научного центра Сибирского отделения РАН. 2017. № 4 (28). С. 141–144.
2. Деяшкина А. В. Транспортировка ТБО – обращение с отходами или перевозка груза? // Твердые бытовые отходы. 2013. № 2 (80). С. 44–45.
3. Заиканов В. Г., Минакова Т. Б., Булдакова Е. В. Геоэкологическая безопасность урбанизированных территорий: подходы и пути реализации // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2019. № 1. С. 17–23
4. Заборцева Т. И. Средозащитная инфраструктура в территориальной организации Байкальского региона: автореф. дис. ... докт. географ. наук. Иркутск, ИГ СО РАН, 2011. 44 с.
5. Ковалева И. С., Ковалев М. Е. Система спутникового мониторинга твердых бытовых отходов // Избранные доклады 65-й университетской научно-технической конференции. Томск: ТГАСУ, 2019. С. 1048–1049.
6. Кононова М. С., Крючкова Е. А., Епишева А. К. Оценка технико-экономической эффективности транспортировки твердых коммунальных отходов // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2019. № 2(9). С. 95–102.
7. Коротаев В. Н. Методические подходы к совершенствованию производственно-логистической системы транспортирования отходов производства/потребления // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. 2009. №1–2. С. 83–89.
8. Крылов П. М. Проблемы реализации федеральных целевых программ в Республике Крым (транспортно-географические и логистические аспекты) // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2018. № 4. С. 80–89.
9. Крылов П. М. Современные транспортно-экологические проблемы городов Московской области и пути их решения // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2017. № 4. С. 111–122.
10. Литвиненко Т. В. Платежи в ресурсопользовании и их влияние на развитие локальных территорий восточной России // Проблемы региональной экологии. 2014. № 4. С. 198–203.
11. Манохин М. В., Скляров К. А. Разработка математической модели транспортирования отходов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2015. № 2 (38). 2015. С. 103–110.
12. Медведков А. А., Никанорова А. Д., Шабалина Н. В. Функциональное зонирование города Кировска (Мурманская область) в условиях туристско-рекреационного освоения его территории // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2019. Т. 25. № 2. С. 429–436.
13. Миронюк В. П., Цыплаков В. Ю. Модель формирования системы двухэтапного транспортирования твердых муниципальных отходов // Управление большими системами: сборник трудов № 37. М.: Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, 2012. С. 208–231.
14. Научное обоснование территориальной схемы обращения с отходами на территории Алтайского края / В. Ф. Резников, И. Д. Рыбкина, Н. В. Стоящева, М. С. Губарев, Н. Ю. Курепина, И. В. Андреева, С. В. Циликина, Н. В. Люцигер, Е. С. Орлова, Е. Ю. Седова // Известия АО РГО. 2017. № 3 (46). С. 23–27.
15. Осипов А. Б., Козырева М. С. Решение эколого-экономических проблем переработки отходов в рамках концепции «зелёной» экономики // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2018. № 2 (44). С. 61–67.
16. Петрова Н. Р., Макарова И. Р. Транспортирование и размещение отходов: механизмы регулирования // Твердые бытовые отходы. 2008. № 7 (25). С. 22–27.
17. Поздеев П. В. Муниципальное управление в сфере сбора и транспортирования твердых коммунальных отходов: проблемы и пути совершенствования // Наука сегодня: проблемы и пер-

- спективы развития: материалы международной научно-практической конференции, г. Вологда, 29 ноября 2017 г.: в 3-х ч. Ч. 3. Вологда: Маркер, 2017. С. 57–61.
18. Трейман М. Г. Стратегическое управление логистическими потоками движения отходов производства и потребления на примере данных предприятия ООО «Созвездие» // Стратегии бизнеса: анализ, прогноз, управление. 2017. № 8 (40). С. 7–12.
 19. Трейман М. Г., Тимофеева А. В. Управление и развитие логистической деятельности предприятия по транспортировке отходов. СПб.: Астерион, 2018. 96 с.
 20. Dobroselskiy M., Madleňák R. Model of waste transportation management in the conditions of a production company // Transportation Research Procedia. 2019. Vol. 40. P. 1023–1029.
 21. Evseev A. V., Krasovskaya T. M., Medvedkov A. A. «Green» Development of the Ugra Territory: Options and Obstacles // Geography, Environment, Sustainability. 2017. № 2 (10). P. 94–102.
 22. Hariyani S., Meidiana C. Optimization of waste transportation route at waste transfers point in Lokowwaru District, Malang City // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2018. Vol. 148. № 4 (1). P. 1–8.

REFERENCES

1. Bartanov E. [Problems in the field of solid municipal waste placement]. In: *Vestnik BNTS SO RAN* [Journal of Baikal Scientific Center SO RAS], 2017, no. 4 (28), pp. 141–144.
2. Deyashkin A. [Transportation of MSW – waste management or cargo transportation?]. In: *Tverdye bytovye otkhody* [Solid household waste], 2013, no. 2(80), pp. 44–45.
3. Zaikanov V., Minakova T., Buldakova E. [Geoecological safety of urban areas: approaches and ways of implementation]. In: *Geoekologiya. Inzhenernaya geologiya, gidrogeologiya, geokriologiya* [Geoecology. Engineering geology, hydrogeology, geocryology], 2019, no. 1, pp. 17–23.
4. Zabortseva T. *Sredozashchitnaya infrastruktura v territorial'noi organizatsii Baikal'skogo regiona: avtoref. diss. doktora geograficheskikh nauk* [Environmental protection infrastructure in the territorial organization of the Baikal region: abstract of Doctoral Thesis in Geographical Sciences], Irkutsk, 2011, 44 p.
5. Kovaleva I., Kovalev M. [System of satellite monitoring of solid household waste]. In: *Izbrannye doklady 65-oi universitetskoj nauchno-tehnicheskoi konferentsii* [Selected reports of 65th University Scientific and Technical Conference], Tomsk, TGASU Publ., 2019, pp. 1048–1049.
6. Kononova M., Krychkova E., Episheva A. [Assessment of technical and economic efficiency of transportation of solid municipal waste]. In: *Zhilishchnoe khozyaistvo i kommunal'naya infrastruktura* [Housing and communal infrastructure], 2019, no. 2 (9), pp. 95–102.
7. Korotayev V. [Methodical Approaches to Improvement of Production and Logistics System of Transportation of Production/Consumption Wastes]. In: *Vestnik Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta putei soobshcheniya* [Journal of Ural State University of Communication Routes], 2009, no. 1-2, pp. 83–89.
8. Krylov P. [Problems of implementation of federal targeted programs in the Republic of Crimea (transport, geographical and logistics aspects)]. In: *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki* [Bulletin of the Moscow Regional State University. Series: Natural sciences], 2018, no. 4, pp. 80–89.
9. Krylov P. [Modern transport and environmental problems of the cities of the Moscow region and ways to solve them]. In: *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki* [Bulletin of the Moscow Regional State University. Series: Natural sciences], 2017, no. 4, pp. 111–122.
10. Litvinenko T. [Payments in resource management and their impact on the development of local territories of eastern Russia]. In: *Problemy regional'noi ekologii* [Problems of regional ecology], 2014, no. 4, pp. 198–203.
11. Manohin M., Sklyarov K. [Development of mathematical model of waste transportation]. In: *Nauchnyi vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arkhitektura* [Scientific journal of the Voronezh State Architectural and Construction University. Construction and architecture], 2015, no. 2 (38), pp. 103–110.
12. Medvedkov A., Nikanorova A., Shabalina N. [Functional zoning of the city of Kirovsk (Murmansk region) in the conditions of tourist and recreational development of its territory]. In: *InterKarto. InterGIS*, 2019, vol. 25, no. 2, pp. 429–436.

13. Mironyuk V., Tsyplakov V. [Model of formation of system of two-stage transportation of solid municipal wastes]. In: *Upravlenie bol'shimi sistemami: sbornik trudov no. 37* [Management of large systems: collection of works no. 37]. Moscow, Institute of Problems of its Management Publ., 2012, pp. 208–231.
14. Reznikov V., Fishkin I., Stoyzheva N., Lubarev M., Kurepina N., Andreev I., Tsikin S., Luciger N., Orlova E., Sedov E. [Scientific justification of territorial scheme of the territory of the Region]. In: *Izvestiya AO RGO* [News of the Altai branch of the Russian Geographical Society], 2017, no. 3 (46), pp. 23–27.
15. Osipov A., Kozyreva M. [Solution of ecological and economic problems of waste processing within the framework of the concept of green economy]. In: *Tekhniko-tehnologicheskie problemy servisa* [Technical and technological problems of service], 2018, no. 2 (44), pp. 61–67.
16. Petrov N., Makarov I. [Transportation and disposal of waste: control mechanisms]. In: *Tverdye bytovye otkhody* [Solid household waste], 2008, no. 7 (25), pp. 22–27.
17. Pozdeev P. [Municipal Administration in the Field of Collection and Transportation of Solid Municipal Waste: Problems and Ways of Improvement]. In: *Nauka segodnya: problemy i perspektivy razvitiya: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, g. Vologda, 29 noyabrya 2017 g.: v 3-x ch.* [Science Today: Problems and Prospects of Development: Materials of the International Scientific and Practical Conference, Vologda, November 29, 2017: in 3 parts], Part 3, Vologda, Marker Publ., 2017, pp. 57–61.
18. Treiman M. [Strategic Management of Logistics Flows of Production and Consumption Wastes on the Example of Data of the Enterprise “Constellation” LLC]. In: *Strategii biznesa: analiz, prognoz, upravleniye* [Business Strategies: Analysis, Forecast, Management], 2017, no. 8 (40), pp. 7–12.
19. Treiman M., Timofeeva A. *Upravlenie i razvitie logisticheskoi deyatel'nosti predpriyatiya po transportirovke otkhodov* [Management and development of logistics activities of the waste transportation enterprise]. St-Petersburg, Asterion Publ., 2018, 96 p.
20. Dobroselskiy M., Madleňák R. Model of waste transportation management in the conditions of a production company. In: *Transportation Research Procedia*, 2019, vol. 40, pp. 1023–1029.
21. Evseev A., Krasovskaya T., Medvedkov A. ‘Green’ Development of the Ugra Territory: Options and Obstacles. In: *Geography, Environment, Sustainability*, 2017, no. 2 (10), pp. 94–102.
22. Hariyani S., Meidiana C. Optimization of waste transportation route at waste transfers point in Lowokwaru District, Malang City. In: *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 2018, vol. 148, no. 4 (1), pp. 1–8.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Волкова Ирина Николаевна – кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник отдела социально-экономической географии Института географии РАН;
e-mail: volin511@yandex.ru

Крылов Петр Михайлович – кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры экономической и социальной географии, заместитель декана по научной работе географо-экологического факультета Московского государственного областного университета; главный специалист по транспорту ОАО Российского института градостроительства и инвестиционного развития «Гипрогор»;
e-mail: pmkrylov@yandex.ru

Семина Ирина Анатольевна – кандидат географических наук, доцент, заведующий кафедрой физической и социально-экономической географии географического факультета Национального исследовательского Мордовского государственного университета;
e-mail: Isemina@mail.ru

Сергушко Светлана Владимировна – кандидат социологических наук, доцент, доцент кафедры экономики и менеджмента Московского финансово-юридического университета – МФЮА;
e-mail: lanassv@mail.ru

Сидоров Валерий Петрович – кандидат географических наук, доцент, заведующий кафедрой географии, картографии и геоинформатики; заведующий лабораторией пространственных исследований «UrbanGEOlab» географического факультета Удмуртского государственного университета;
e-mail: sidorov@udm.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Irina N. Volkova – Candidate of Geographical Sciences, leading researcher of the Department of Socio-Economic Geography of the Institute of Geography of RAS;
e-mail: volin511@yandex.ru

Petr M. Krylov – Candidate of Geographical Sciences, associate professor of the Department of Economic and Social Geography, Deputy Dean for Scientific Work, Faculty of Geography and Ecology, Moscow Region State University; Chief Transport Specialist of JSC Russian Institute of Urban Planning and Investment Development 'Giprogor';
e-mail: pmkrylov@yandex.ru

Irina A. Semina – Candidate of Geographical Sciences, associate professor, head of the Department of Physical and Socio-Economic Geography, National Research Mordovia State University;
e-mail: Isemina@mail.ru

Svetlana V. Sergushko – Candidate of Sociological Sciences, associate professor of the Department of Economics and Management, Moscow University of Finance and Law;
e-mail: lanassv@mail.ru

Valeriy P. Sidorov – Candidate of Geographical Sciences, associate professor, head of the Department of Geography, Cartography and Geoinformatics, head of the Spatial Research Laboratory 'UrbanGEOLab', Udmurt University;
e-mail: sidorov@udm.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Транспортно-логистическое обоснование выбора мест размещения объектов системы обращения с твёрдыми коммунальными отходами (на примере Приморского края) / И. Н. Волкова, П. М. Крылов, И. А. Семина, С. В. Сергущко, В. П. Сидоров // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Географическая среда и живые системы. 2020. № 2. С. 113–128.
DOI: 10.18384/2712-7621-2020-2-113-128

FOR CITATION

Volkova I., Krylov P., Semina I., Sergushko S., Sidorov V. Transport and logistics justification for location of solid municipal waste management system facilities (on the example of the Primorsky krai). In: *Bulletin of the Moscow Regional State University. Series: Geographical environment and living systems*, 2020, no. 2, pp. 113–128.
DOI: 10.18384/2712-7621-2020-2-113-128