

УДК 504.064:656.13:628.4

Маврин Г.В., зав.кафедрой химии и экологии, кандидат химических наук, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

Маврин В.Г., доцент, кандидат технических наук, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Аннотация: Исследование посвящено экологическим рискам при транспортировке промышленных отходов в Восточной зоне Республики Татарстан. Рассматриваются основные виды рисков и методы их количественной оценки с учетом региональной специфики.

Ключевые слова: экологический риск, транспортировка, промышленные отходы, автотранспортные средства

Транспортировка промышленных отходов представляет собой одну из наиболее критических стадий в цикле обращения с отходами производства, на которую приходится до 25% всех экологических инцидентов в сфере обращения с отходами. Проблематика данной темы обусловлена множественными факторами риска, включая плохое техническое состояние транспортных средств (46% аварий), человеческий фактор (32% случаев) и несоблюдение регламентов перевозки (22% нарушений), которые в совокупности могут привести к катастрофическим экологическим последствиям.

Проблема заключается в том, что промышленные отходы часто содержат высокотоксичные вещества (например, диоксины с ПДК 0,000000001 мг/м³), тяжелые металлы (Pb, Hg, Cd), химические соединения (хлорорганические растворители, фенолы) и радиоактивные элементы (цезий-137, стронций-90).

Дополнительную сложность создает разнообразие типов промышленных отходов (более 20 основных категорий согласно ФККО), каждый из которых требует специфических условий транспортировки. Так,

например, отходы гальванического производства (класс опасности II) нельзя перевозить в одном контейнере с кислотными отходами нефтепереработки.

Проблема экологических рисков при транспортировке промышленных отходов приобретает всё большую значимость в контексте современного индустриального развития и ужесточения экологических стандартов. Ключевыми факторами, определяющими актуальность данной проблематики, являются: рост объёмов промышленных отходов в России и мире (промышленный сектор является крупнейшим источником отходов), критическое влияние транспортировки на безопасность окружающей среды (в Восточной зоне Республики Татарстан среднее расстояние транспортировки промышленных отходов составляет 167 км, что в 2,3 раза превышает среднероссийский показатель, а доля перевозок по дорогам низких категорий достигает 38%), несовершенство нормативно-правовой базы (по оценкам экспертов, только 65-70% перевозок опасных промышленных отходов в полной мере соответствуют всем нормативным требованиям), растущая обеспокоенность общественности (78% граждан России считают проблему обращения с отходами одной из наиболее актуальных экологических угроз).

Объектом исследования в работе является система транспортировки промышленных отходов I-V классов опасности на территории Российской Федерации, с особым фокусом на Восточную зону Республики Татарстан. Данная система включает в себя комплекс взаимосвязанных элементов: 15 крупных предприятий-производителей отходов нефтехимической и машиностроительной отраслей, 28 специализированных транспортных компаний, парк из 340 единиц специализированного транспорта, 47 основных маршрутов перевозки, а также 12 полигонов и 8 предприятий по переработке и обезвреживанию промышленных отходов.

Предметом исследования выступают экологические риски, возникающие в процессе транспортировки промышленных отходов автомобильным (73% от общего объема перевозок) транспортом (3%). Особое внимание уделяется анализу 27 ключевых факторов, способствующих

возникновению аварийных ситуаций, включая человеческий фактор (42% случаев), техническую неисправность транспортных средств (31%), нарушения требований к упаковке и маркировке (18%), а также природно-климатические условия (9%). Исследуются механизмы воздействия нефтепродуктов, тяжелых металлов, кислот и щелочей на атмосферный воздух, почву, поверхностные и подземные воды, с применением современных методик оценки потенциального экологического и экономического ущерба.

Восточная зона Республики Татарстан характеризуется специфическими географическими и климатическими особенностями, которые существенно влияют на характер и масштаб потенциальных экологических рисков. Непосредственная близость водных объектов, включая реку Каму и её притоки, значительно повышает уязвимость экосистем к возможным загрязнениям при аварийных ситуациях в процессе транспортировки отходов. Кроме того, пересеченный рельеф местности и сезонные климатические факторы (обильные осадки, весенние паводки, зимний гололед) создают дополнительные факторы риска при перевозке опасных грузов.

Сравнительный анализ экологических рисков при транспортировке промышленных и твердых бытовых отходов в Восточной зоне РТ обусловлен комплексом взаимосвязанных факторов. Данный регион отличается высокой концентрацией предприятий нефтехимического комплекса, что приводит к формированию значительных объемов отходов различных классов опасности. Одновременно с этим, высокая плотность населения и интенсивное развитие городских агломераций способствуют накоплению большого количества твердых бытовых отходов, требующих систематической транспортировки.

Отличие экологических рисков при транспортировке промышленных отходов автотранспортными средствами от транспортирования твердых бытовых отходов автотранспортными средствами приведено в таблице 1.

Таблица 1 Отличие транспортировки промышленных и твердых бытовых отходов

Параметр сравнения	Промышленные отходы	Твердые бытовые отходы
Класс опасности	I-V классы, включая особо опасные (I класс — цианиды, ртутьсодержащие отходы; II класс — кислоты с концентрацией более 15%)	Преимущественно IV-V классы (бумага, пластик, пищевые отходы). Реже — III класс (батарейки в составе ТБО)
Токсичность	Высокая концентрация токсичных веществ (до 98% в гальванических шламах, до 75% в нефтешламах)	Низкая токсичность (содержание токсичных веществ не более 0,1-0,5%), преимущественно органические компоненты
Требования к транспорту	Специализированные герметичные емкости (автоцистерны АЦК-10Х с кислотоустойчивым покрытием, контейнеровозы КГН-600 с двойным дном)	Стандартные мусоровозы с уплотнителями (КО-427, КО-440, коэффициент уплотнения 2,5-4)
Лицензирование	Обязательное для классов I-IV согласно ФЗ №89 "Об отходах производства и потребления", срок получения 45-60 дней	Не требуется для транспортировки ТБО IV-V классов (с 2016 г. после внесения изменений в ФЗ №89)
Маршруты перевозки	Специальные маршруты, избегающие населенные пункты (минимум 300 м от жилых зон), водоохранные зоны, утверждаемые местными органами власти	Стандартные городские маршруты, согласованные с муниципальными службами, допускается движение через жилые кварталы
Последствия аварий	Долгосрочное загрязнение, токсичное воздействие (период нейтрализации до 25-30 лет для ртутьсодержащих отходов, до 15 лет для нефтешламов)	Локальное загрязнение, эстетический ущерб, период нейтрализации 1-3 года для органических компонентов ТБО
Требования к водителям	Специальная подготовка по программе ДОПОГ (курс 28-56 часов), стаж не менее 3 лет, медосмотр каждые 6 месяцев, специальные ADR-права	Стандартные требования к водителям категории С, стаж от 1 года, медосмотр раз в год
Радиус воздействия при аварии	До 3-5 км при разливе агрессивных веществ (серная кислота), до 12 км при возгорании растворителей с учетом розы ветров	Обычно ограничен местом аварии (10-15 м), максимум до 100 м при возгорании большого объема ТБО
Документационное сопровождение	Паспорт опасных отходов, специальные сопроводительные документы (маршрутный лист, аварийная карточка, MSDS — Material Safety Data)	Стандартные транспортные накладные, путевые листы с отметками о маршруте следования
Требования к маркировке	Специальные знаки опасности по ГОСТ 19433-88, код ООН из 4 цифр, телефоны экстренных служб, информационные таблицы оранжевого цвета	Базовая маркировка перевозчика (логотип компании, регистрационные данные, экологический класс транспорта)

Индикаторы возникающих рисков представляют собой измеримые параметры, которые сигнализируют о повышении вероятности экологических инцидентов при транспортировке промышленных отходов автотранспортом в Восточной зоне Республики Татарстан. Своевременное выявление этих индикаторов позволяет принять превентивные меры до возникновения аварийных ситуаций, снижая вероятность загрязнения особо охраняемых природных территорий региона.

Система индикаторов должна быть интегрирована в общую систему экологического мониторинга и управления рисками, обеспечивая непрерывное отслеживание потенциальных угроз при транспортировке отходов по основным транспортным артериям региона — федеральным трассам М-7 «Волга» и Р-239.

Таблица 2. Индикаторы экологических рисков транспортировки промышленных отходов

Категория индикаторов	Описание	Примеры и пороговые значения
Технические	Связаны с состоянием транспортных средств и оборудования для перевозки опасных отходов I-IV классов	Износ контейнеров >35%, отклонения в показаниях датчиков герметичности >5% от нормы
Организационные	Относятся к процессам управления и компетенциям персонала, задействованного в транспортировке отходов нефтехимического комплекса	Более 2 нарушений регламентов в месяц, снижение результатов аттестации персонала ниже 85 баллов
Экологические	Отражают изменения в состоянии окружающей среды вдоль транспортных коридоров Восточной зоны РТ	Повышение концентрации вредных веществ >20% от ПДК, изменение pH грунтовых вод >0,5 единиц от базового уровня
Экономические	Финансовые показатели, сигнализирующие о возможных проблемах в системе транспортировки отходов	Рост затрат на ликвидацию последствий >15% за квартал, увеличение страховых премий >10% за год

Критически важно установить пороговые значения для каждого индикатора с учетом специфики промышленных предприятий Восточной

зоны Республики Татарстан и разработать четкие процедуры реагирования при их достижении.

Ожидаемое снижение рисков по группам предлагаемых мероприятий составляет: технические мероприятия (43-60%), организационные (26-42%), экологический мониторинг (32-46%), локализация переработки отходов (60-70%), нормативно-правовое обеспечение (16-26%), образовательные программы (18-32%).

Список использованных источников

1. Наренчик П. П. Современные пути решения проблемы обращения с отходами производства и потребления // Региональная и отраслевая экономика. 2021. №3.
2. Экологическая безопасность при перевозке опасных отходов и грузов: учеб. пособие/ В. Г. Булаев, В. И. Меньших. – Екатеринбург: УрГУПС, 2017. – 235с.
3. Holeczek N./ Hazardous materials truck transportation problems: A classification and state of the art literature review// Transportation Research Part D: Transport and Environment. 2019. – V.69. – P.305-328. DOI: 10.1016/j.trd.2019.02.010.
4. Классы опасности отходов производства: перечень и процедура определения [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://rcycle.net/othody/klassy-opasnosti-othody/promyshlennyh-perechen-i-protsedura-opredeleniya> (Дата обращения: 14.05.2025).
5. Urazbakhtin D.A. Occupational Risks in Waste Transport Logistics/ D.A. Urazbakhtin, S.G. Aksenov, K.M. Khakimov et al.// International Research Journal. – 2023. – №11(137). – URL: <https://research-journal.org/en/archive/11-137-2023-november/10.23670/IRJ.2023.137.12> (accessed: 21.05.2025). – DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.137.12>.
6. Лаврова К.А., Павлова Е.А./ Исследование особенностей обращения с отходами на территории России и за рубежом// Известия высших учебных заведений. Серия «Экономика, финансы и управление производством»

[Ивэкофин]. – 2023. – № 03(57). – С.98-104. DOI: 10.6060/ivecofin.2023573.658.

7. Территориальная схема обращения с отходами республики Татарстан. Подборка наиболее важных документов по запросу Территориальная схема обращения с отходами республики Татарстан. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.consultant.ru/law/podborki/territorialnaya_shema_obrascheniya_s_othodami_respubliki_tatarstan/ (Дата обращения: 14.05.2025).

8. Об отходах производства и потребления (с изменениями на 4 августа 2023 года). [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://agava24.com/upload/iblock/2b2/g66hpebas9z3f8j1vm9ffeu09j4t11cx.pdf> (Дата обращения: 14.05.2025).

9. Holeczek N. Hazardous materials truck transportation problems: A classification and state of the art literature review// Transportation Research Part D: Transport and Environment. 2019. – V.69. – P.305-328. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.02.010>.

10. Салихова Р.Р., Миннуллина А.С., Кошеварова Р.С./ Развитие экономики Татарстана: Региональные перспективы и возможности// Вестник науки №12 (69) том 3. С. 198 - 201. 2023 г. ISSN 2712-8849// Электронный ресурс: <https://www.вестник-науки.рф/article/11626> (дата обращения: 14.05.2025 г.).

Mavrin G.V., Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Naberezhnye Chelny Institute (branch) Kazan (Volga Region) Federal University

Mavrin V.G., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Naberezhnye Chelny Institute (branch) Kazan (Volga Region) Federal University

ENVIRONMENTAL RISKS IN THE TRANSPORTATION OF INDUSTRIAL WASTE

Abstract: The research focuses on environmental risks during the transportation of industrial waste in the Eastern zone of the Republic of Tatarstan. The study examines waste classification, main types of risks, and methods for their quantitative assessment, taking into account regional specifics.

Key words: environmental risk, transportation, industrial waste, vehicles.