

**УДК 628.4(043.3)(075.8)**

Горелкин В.С., студент ЭБбтс-241, Кожуренко Г.А., магистрант  
группы ГБм-251

Научный руководитель: Тюленева Т.А., доцент  
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.  
Горбачева

Gorelkin VS, student EBbts-241, Kozhurenko GA, master's student GBm-  
251

Scientific supervisor: Tyuleneva TA, Assistant Professor  
T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

**ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ОБРАЩЕНИЮ С ТВЕРДЫМИ  
БЫТОВЫМИ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ОТХОДАМИ В  
ГОРОДАХ С КРУПНЫМИ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ОБЪЕКТАМИ**

**INNOVATIVE APPROACHES TO MANAGING SOLID HOUSEHOLD  
AND INDUSTRIAL WASTE IN CITIES WITH LARGE INDUSTRIAL  
FACILITIES**

Современный этап развития городов характеризуется стремительным ростом численности населения, расширением промышленных зон и увеличением объемов потребления ресурсов. В результате этого наблюдается значительный рост количества твердых бытовых и производственных отходов, что создает серьезные экологические и экономические вызовы для муниципальных образований, особенно в мегаполисах с крупными промышленными объектами [1-3]. Проблема усугубляется ограниченными возможностями традиционных методов утилизации, такими как захоронение на полигонах, которые приводят к истощению земельных ресурсов и негативному воздействию на окружающую среду. В связи с этим возникает острая необходимость в поиске и внедрении инновационных подходов к обращению с отходами, направленных на сокращение их объемов, максимальное извлечение полезных компонентов и минимизацию вреда для экосистем. Такие подходы включают применение передовых технологий сортировки, переработки и повторного использования отходов, а также интеграцию цифровых решений для оптимизации процессов управления отходами.

Российская практика внедрения инноваций в сферу обращения с твердыми бытовыми и производственными отходами развивается в следующих направлениях.

Во-первых, автоматизированные системы контроля. Российские регионы демонстрируют активный интерес к внедрению

автоматизированных систем контроля в сферу обращения с твердыми бытовыми и производственными отходами. Наиболее показательным примером выступает инициатива компании МТС совместно с Российским экологическим обществом, направленная на цифровизацию процессов управления отходами. Разработанное решение представляет собой единую цифровую платформу, интегрирующую данные с различных уровней системы обращения с отходами. Каждый контейнер оборудован специальными датчиками, которые передают информацию о степени заполнения, температуре внутри контейнера и наличии потенциально опасных веществ прямо в центральный диспетчерский пункт. Вся информация отображается на интерактивной карте, доступной уполномоченным сотрудникам региональных операторов и надзорных органов.

Особенностью российского подхода является полная автоматизация процессов выставления счетов и заключения договоров с подрядчиками. Теперь весь документооборот ведется электронно, что исключает человеческий фактор и ускоряет административные процедуры. Каждое транспортное средство, задействованное в перевозке отходов, оснащено системой спутниковой навигации ГЛОНАСС, что позволяет отслеживать перемещение мусоровоза в режиме реального времени и гарантировать выполнение обязательств по контракту. Дополнительной инновацией стало внедрение мобильных приложений для сотрудников компаний-подрядчиков. Водители мусоровозов получили удобный интерфейс, позволяющий видеть оптимальный маршрут следования, получать оперативные задания и мгновенно передавать информацию о возникших проблемах диспетчерам. Это существенно увеличило скорость реакции на нестандартные ситуации и повысило качество предоставляемых услуг.

Еще одним преимуществом автоматизированной системы контроля является возможность точного учета фактических объемов вывезенных отходов. Раньше расчет стоимости услуг осуществлялся преимущественно на договорной основе, что приводило к финансовым разногласиям между заказчиками и исполнителями. Сегодня каждая единица техники оснащена высокоточным оборудованием, измеряющим массу загруженных отходов, что обеспечивает прозрачный и справедливый механизм расчетов.

Российский опыт свидетельствует, что внедрение автоматизированных систем контроля не только улучшает эффективность управления отходами, но и создает основу для дальнейшего технологического развития отрасли. Получаемые данные служат основой для принятия управленческих решений, прогнозирования потребностей в ресурсах и разработки долгосрочной стратегии устойчивого развития городов с крупными промышленными объектами. Использование датчиков в контейнерах для контроля отходов приносит ряд существенных преимуществ, которые делают управление отходами более эффективным и

экологически безопасным процессом [4,5]. Рассмотрим подробнее эти преимущества:

1. Оптимизация маршрутов вывоза мусора. Датчики позволяют отслеживать уровень заполненности контейнеров в режиме реального времени. Это означает, что мусоровозы отправляются только к тем контейнерам, которые действительно нуждаются в обслуживании. Таким образом, устраняются лишние рейсы, что приводит к значительной экономии топлива и снижению выбросов углекислого газа. По оценкам экспертов, оптимизация маршрутов может привести к сокращению пробега мусоровозов на 20-40%.

2. Предотвращение переполнения контейнеров. Благодаря постоянному мониторингу уровня отходов, датчики предупреждают о достижении критического уровня заполнения.

3. Улучшение качества жизни горожан. Отсутствие переполненных контейнеров препятствует распространению болезнетворных микроорганизмов и вредителей, улучшая санитарно-гигиенические условия городской среды.

6. Поддержка концепции "умного города". Интеграция данных с датчиков в общую информационную систему города позволяет создавать интеллектуальные решения для управления отходами. Эти данные могут использоваться для прогнозирования нагрузок, оптимизации размещения контейнеров и разработки долгосрочных стратегий устойчивого развития.

7. Многофункциональность датчиков. Современные датчики не ограничиваются только контролем уровня отходов. Они могут также измерять температуру внутри контейнера, обнаруживая возможное возгорание, отслеживать наклон контейнера для фиксации переворота, а также определять местоположение контейнера с помощью GPS/ГЛОНАСС.

Таким образом, использование датчиков в контейнерах для контроля отходов представляет собой мощный инструмент, способствующий повышению эффективности управления отходами, снижению экологической нагрузки и улучшению качества жизни в городах с крупными промышленными объектами.

Во-вторых, комплексная переработка отходов. Рассмотрим реализацию данной программы в Санкт-Петербурге. Санкт-Петербург рассматривает строительство комплекса по комплексной переработке отходов, основанного на принципе: сбор – сортировка – компостирование – фрагментирование – сжигание (гранулирование) – расплавление. Такой подход позволит эффективно обрабатывать различные виды отходов и минимизировать нагрузку на окружающую среду. В Санкт-Петербурге активно развиваются инновационные технологии сортировки отходов, которые включают в себя как автоматизированные, так и роботизированные решения [5]. Эти инновационные подходы заслуживают

особого внимания и могут быть рекомендованы другим городам России и мира с аналогичными условиями для адаптации и последующего внедрения.

Направлениями оптимизации процессов обращения с отходами можно назвать следующие.

Одним из ключевых направлений является интеграция цифровых технологий в процессы сбора и транспортировки отходов. Использование GPS-навигации, датчиков наполнения контейнеров и аналитики больших данных позволяет оптимизировать маршруты мусоровозов и снизить транспортные издержки.

Другое направление – раздельный сбор отходов – развивается в следующих аспектах:

1. Расширение инфраструктуры раздельного сбора. Внедряются удобные и эргономичные контейнеры для раздельного сбора, расположенные в непосредственной близости к местам проживания и работы граждан. Современные контейнеры оснащаются индикаторами заполнения и системами дистанционного мониторинга, что позволяет оптимизировать график вывоза отходов.

2. Использование цифровых сервисов для мотивации населения. Активно внедряются мобильные приложения и онлайн-порталы, позволяющие жителям отслеживать статистику личного вклада в раздельный сбор, получать бонусы и скидки за активное участие. Такие цифровые инструменты повышают осознанность и заинтересованность граждан в процессе сортировки отходов.

3. Интерактивные образовательные кампании. Проводятся массовые просветительские акции с использованием виртуальной реальности и дополненной реальности, демонстрирующие гражданам жизненный цикл отходов и значимость правильной сортировки. Школы и университеты внедряют курсы по эколого-просветительской деятельности, готовя новое поколение ответственных потребителей.

4. Роботизированные и автоматизированные сортировочные комплексы. Современные сортировочные комплексы оснащаются роботизированными линиями, способными автоматически классифицировать и отсортировать десятки категорий отходов. Использование искусственного интеллекта и машинного зрения значительно повышает эффективность и точность сортировки, снижая зависимость от человеческого фактора.

5. Партнерство с бизнесом и промышленностью. Крупные промышленные предприятия участвуют в программах корпоративной социальной ответственности, устанавливая пункты раздельного сбора на своей территории и внедряя внутренние регламенты по сортировке отходов. Совместные инициативы с компаниями по производству

упаковочных материалов способствуют разработке возвратной тары и упаковке, удобной для повторного использования.

6. **Закрытый цикл переработки отходов.** Развитием отдельного сбора сопровождаются инициативы по созданию замкнутых циклов переработки, когда отсортированные материалы возвращаются обратно в производственные процессы. Примером служит программа по возврату пластиковых бутылок в производство напитков, реализуемая рядом крупных брендов совместно с местными властями.

7. **Государственно-частное партнерство.** Муниципальные власти заключают соглашения с частными компаниями, специализирующимися на переработке отходов, обеспечивая финансирование и поддержку проектов по модернизации инфраструктуры отдельного сбора. Частные инвесторы заинтересованы в создании собственных перерабатывающих мощностей, гарантирующих стабильные поставки качественного сырья.

Термообработка занимает особое место среди инновационных подходов к обращению с твердыми бытовыми и производственными отходами в городах с крупными промышленными объектами. Современные технологии термообработки позволяют не только уничтожать опасные и трудно перерабатываемые отходы, но и превращать их в полезные ресурсы, решая одновременно экологические и экономические задачи. Преимущества термообработки в условиях крупных промышленных городов: высокая эффективность уничтожения отходов, включая опасные и трудно перерабатываемые материалы, производство дополнительной энергии – тепло, электричество или синтетическое топливо, значительно меньший объем зольных остатков по сравнению с первоначальным объемом отходов, возможность локализации вблизи крупных промышленных объектов, что снижает транспортные расходы и экологическую нагрузку, минимизация земельных участков, отводимых под полигоны захоронения отходов.

Таким образом, эффективное обращение с твердыми бытовыми и производственными отходами в городах с крупными промышленными объектами требует комплексного подхода, объединяющего технологические инновации и организационные изменения. Осуществление указанных изменений требует последовательной государственной политики, целенаправленного финансирования, широкой просветительской деятельности и тесного взаимодействия всех заинтересованных сторон. Только при таком подходе возможно сформировать устойчивую и эффективную систему обращения с отходами, способствующую гармоничному развитию городов с крупными промышленными объектами и создающую комфортные условия для жизни будущих поколений.

### Список литературы

1. Tyuleneva, T. A. Improvement methods of mining enterprises wastewater purification from nitrogen compounds / T. A. Tyuleneva, G. A. Studenok // E3S Web of Conferences : The 10th Anniversary Russian-Chinese Symposium “Clean Coal Technologies: Mining, Processing, Safety, and Ecology”, Kemerovo, 19–21 октября 2021 года. Vol. 303. – Kemerovo: EDP Sciences, 2021. – P. 01016. – EDN HUNLRG.

2. Кучерова, Е. В. Использование теорий надежности и приемлемого риска в оценке последствий антропогенных воздействий на окружающую среду / Е. В. Кучерова, Т. А. Круковская // Безопасность жизнедеятельности предприятий в промышленно развитых регионах : Материалы VII Международной научно-практической конференции, Кемерово, 15–16 ноября 2007 года / Ответственные редакторы Ю.А. Антонов, Л.А. Шевченко. Том 2. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2007. – С. 193-195. – EDN PRPUQP.

3. Mikhailov, V. The research of environmental-and-economic risks of the coal mining enterprise impact on water resources / V. Mikhailov, N. Kudrevatykh, T. Tyuleneva // E3S Web of Conferences : The conference proceedings Sustainable Development of Eurasian Mining Regions: electronic edition, Kemerovo, 25–27 ноября 2019 года. Vol. 134. – Kemerovo: EDP Sciences, 2019. – P. 01019. – DOI 10.1051/e3sconf/201913401019. – EDN EEKTYD.

4. Тюленева, Т. А. Информационные технологии в профессиональной деятельности / Т. А. Тюленева. – Кемерово : Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, 2023. – 234 с. – ISBN 978-5-00137-449-7. – EDN WYIHMS.

5. В Санкт-Петербурге изобрели роботов-сортировщиков ТКО. URL: <https://roskvartal.ru/news/vyvoz-tko/12060-v-sankt-peterburge-izobreli-robotov-sortirovschikov-tko> (Дата обращения: 21.10.2025).

### References

1. Tyuleneva, T. A. Improvement methods of mining enterprises wastewater purification from nitrogen compounds / T. A. Tyuleneva, G. A. Studenok // E3S Web of Conferences : The 10th Anniversary Russian-Chinese Symposium “Clean Coal Technologies: Mining, Processing, Safety, and Ecology”, Kemerovo, 19–21 октября 2021 года. Vol. 303. – Kemerovo: EDP Sciences, 2021. – P. 01016. – EDN HUNLRG.

2. Kucheroва, E. V. Using the theories of reliability and acceptable risk in assessing the consequences of anthropogenic impacts on the environment / E. V. Kucheroва, T. A. Krukovskaya // Safety of enterprises in industrialized regions : Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference, Kemerovo, November 15–16, 2007 / Edited by Yu. A. Antonov and L. A.

Shevchenko. Volume 2. – Kemerovo: Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev, 2007. – Pp. 193-195. – EDN PRPUQP.

3. Mikhailov, V. The research of environmental-and-economic risks of the coal mining enterprise impact on water resources / V. Mikhailov, N. Kudrevatykh, T. Tyuleneva // E3S Web of Conferences : The conference proceedings Sustainable Development of Eurasian Mining Regions: electronic edition, Kemerovo, 25–27 ноября 2019 года. Vol. 134. – Kemerovo: EDP Sciences, 2019. – P. 01019. – DOI 10.1051/e3sconf/201913401019. – EDN EEKTYD.

4. Tyuleneva, T. A. Information Technologies in Professional Activities / T. A. Tyuleneva. – Kemerovo : Kuzbass State Technical University named after T. F. Gorbachev, 2023. – 234 p. – ISBN 978-5-00137-449-7. – EDN WYIHMS.

5. In St. Petersburg, they have invented MSW sorting robots. URL: <https://roskvartal.ru/news/vyvoz-tko/12060-v-sankt-peterburge-izobreli-robotov-sortirovshikov-tko> (Accessed: 21.10.2025).