

УДК 658.567.1 + 06

Л. И. Воробинская

АНАЛИЗ ОПЫТА УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ НА ПРИМЕРЕ АЗИАТСКИХ СТРАН¹

Аннотация. Статья посвящена анализу опыта утилизации отходов на примере азиатских стран, рассматривая проблему как одну из ключевых экологических задач современности. На основании анализа международного опыта выявлены успешные практики и стратегии, используемые в различных странах Азии для борьбы с накоплением отходов. К ним относятся переход к циркулярной экономике, инвестиции в инфраструктуру, введение строгих законов и образовательных программ, а также внедрение инновационных технологий. Особое внимание уделено особенностям утилизации отходов в Японии и Южной Корее, где применяются передовые технологии сортировки и переработки, такие как термальная обработка, рециклинг электронных отходов, использование переработанных материалов в строительстве, автоматизированные системы сортировки, RFID-технологии и интеллектуальные контейнеры.

Ключевые слова: отходы, утилизация отходов, накопление отходов, сортировка мусора, магнитные сепараторы, интеллектуальные контейнеры для мусора.

Для цитирования: Воробинская, Л. И. Анализ опыта утилизации отходов на примере азиатских стран / Л. И. Воробинская // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 1. – С. 21 – 26.

Проблема утилизации отходов является одной из важнейших экологических задач современности. С каждым годом человечество производит всё большее количество отходов, что создаёт серьёзные угрозы для окружающей среды и здоровья человека. Рассмотрим основные аспекты этой проблемы и возможные пути её решения.

Выделяют следующие причины роста объёмов отходов:

1. Рост населения: увеличение численности населения ведёт к увеличению потребления ресурсов и, соответственно, к увеличению объёма отходов.
2. Ускоренное потребление: современный образ жизни характеризуется быстрым оборотом товаров, что приводит к большому количеству одноразовых вещей и упаковки.
3. Развитие промышленности: производство товаров сопровождается образованием большого количества промышленных отходов, которые зачастую трудно утилизировать.
4. Недостаточно развитая культура сортировки: во многих странах отсутствует культура раздельного сбора отходов, что усложняет их переработку.

Негативные последствия накопления отходов очевидны. Выделим основные:

1. Загрязнение окружающей среды: отходы, попавшие на свалки или в природу, загрязняют почву, воду и воздух, что негативно сказывается на здоровье человека и экосистеме.
2. Захламление территорий: полигоны и свалки занимают огромные площади земли, которые могли бы использоваться для сельскохозяйственных нужд или жилищного строительства.

3. Распространение болезней: неправильно утилизированные медицинские и биологические отходы могут стать источником распространения инфекций и заболеваний.

4. Климатические изменения: выделение метана и углекислого газа из гниющих отходов на свалках способствует глобальному потеплению. [1]

Анализ мирового опыта утилизации отходов позволяет выявить успешные практики и стратегии, применяемые различными странами Азии для решения проблемы накопления отходов и снижения их негативного влияния на окружающую среду. На основе анализа зарубежного опыта можно выделить следующие общие тенденции:

1. Переход к циркулярной экономике: все больше стран переходят от линейной модели производства («взять-произвести-выбросить») к циклической, где ресурсы повторно используются максимально эффективно.

2. Инвестиции в инфраструктуру: страны, добившиеся успеха в утилизации отходов, активно вкладываются в строительство современных мусороперерабатывающих заводов и развитие необходимой инфраструктуры.

3. Строгие законы и регуляции: эффективные системы утилизации отходов обычно сопровождаются жесткими законами и нормативными актами, регулирующими деятельность компаний и поведение граждан.

4. Образовательные программы: повышение осведомленности населения о важности правильного обращения с отходами играет ключевую роль в успехе программ по утилизации.

5. Инновационные технологии: применение новейших технологий, таких как роботизированные системы сортировки, биоразлагаемые материалы и методы извлечения энергии из отходов, способствует улучшению качества утилизации [2].

Страны Азии отличаются разнообразием подходов к утилизации отходов, обусловленных культурными особенностями, уровнем экономического развития и плотностью населения. Рассмотрим особенности утилизации отходов в некоторых странах региона.

1) Япония известна своими передовыми технологиями в области переработки отходов. Основные особенности утилизации отходов в Японии включают:

- термальную переработку: Япония активно использует методы сжигания отходов для получения энергии. Это позволяет не только утилизировать значительное количество мусора, но и производить электричество и тепло.

- рециклинг электронных отходов: японское правительство ввело жесткие правила по утилизации электронных устройств, что привело к высокому уровню переработки электронных отходов. В стране созданы специализированные предприятия, занимающиеся извлечением ценных материалов из старой техники.

- использование переработанных материалов в строительстве: в Японии активно применяют переработанные материалы в строительстве дорог, мостов и зданий. Например, асфальт с добавлением переработанного пластика используется для покрытия дорог.

- культура сортировки отходов: в Японии существует строгая система раздельного сбора отходов, которую соблюдают большинство жителей. Для сортировки мусора используются следующие технологии:

- автоматизированные системы сортировки, которые оснащены оптическими сенсорами и роботами. Эти системы способны распознавать различные типы материалов и автоматически сортировать их.

- искусственный интеллект и машинное зрение: в некоторых японских компаниях разрабатываются системы искусственного интеллекта, способные обучаться и совершенствоваться в процессе работы. Эти системы могут идентифицировать сложные комбинации материалов и точно сортировать отходы.

- магнитные сепараторы: магнитные сепараторы используются для отделения металлических частиц от общего потока отходов. Это позволяет эффективно извлекать металлические элементы для дальнейшей переработки.

- баллистические сепараторы применяются для разделения легких и тяжелых фракций отходов. Легкие фракции, такие как пластик и бумага, поднимаются вверх, а тяжелые, такие как стекло и металл, остаются внизу.

2) Южная Корея также активно работает над улучшением системы утилизации отходов. Особенности утилизации отходов в Южной Корее включают:

- обязательная система раздельного сбора, что позволило существенно увеличить объемы переработки. За несоблюдение правил предусмотрены штрафы.

- утилизация пищевых отходов: органические остатки используются для производства компоста и биогаза, который затем применяется для выработки электроэнергии.

- развитие инфраструктуры: в стране построены современные мусороперерабатывающие заводы, оборудованные современными технологиями сортировки и переработки отходов.

- участие общественности: правительство Южной Кореи активно привлекает общественность к участию в программах по утилизации отходов, проводя образовательные кампании и акции.

Южная Корея также активно внедряет современные технологии сортировки мусора:

- RFID-технология - технология радиочастотной идентификации (RFID) для отслеживания движения отходов. Каждый контейнер оснащен RFID-меткой, что позволяет контролировать процесс сбора и транспортировки отходов.

- интеллектуальные контейнеры: в некоторых районах установлены интеллектуальные контейнеры, которые автоматически сжимают отходы и уведомляют операторов о необходимости их опустошения. Это помогает оптимизировать процесс сбора мусора.

- аэродинамические сепараторы используются для разделения легких и тяжелых фракций отходов. Воздушные потоки направляются через поток отходов, позволяя легким материалам подниматься и отделяться от тяжелых.

- инфракрасные сканеры применяются для определения типа материала и его свойств. Это помогает точно сортировать отходы и минимизировать ошибки.

3) Китай, будучи крупнейшей страной по населению и экономическому росту, сталкивается с серьезными проблемами в области утилизации отходов. Тем не менее, страна предпринимает активные меры для улучшения ситуации:

- инвестиции в инфраструктуру: Китай вкладывает значительные средства в развитие инфраструктуры для переработки отходов. Строятся современные мусороперерабатывающие заводы, использующие передовые технологии сортировки и утилизации.

- программа "Zero Waste Cities": В рамках этой инициативы китайские города стремятся достичь нулевого уровня захоронения отходов на полигонах. Программа включает развитие инфраструктуры для переработки и рециклинга, а также повышение осведомленности населения.

- увеличение объемов переработки, особенно пластика и электронных устройств. В стране действуют крупные предприятия по переработке отходов, которые экспортируют переработанное сырье на международный рынок.

- контроль за импортом отходов: после введения запрета на импорт определенных видов отходов в 2018 году, Китай ужесточил контроль за ввозом иностранных отходов, что заставило другие страны пересмотреть свои подходы к утилизации отходов.[3]

Будучи крупнейшим производителем и потребителем товаров, Китай сталкивается с огромными объемами отходов. Для их эффективного управления используются следующие технологии сортировки: 1) роботизированные системы сортировки, основанные на искусственном интеллекте и машинном зрении. Эти системы способны быстро и точно сортировать большие объемы отходов. 2) системы автоматического взвешивания, позволяющие отслеживать количество собранного мусора и оптимизировать логистику. 3) гибридные системы сортировки: в Китае комбинируют механические и автоматические методы сортировки. Механические системы отделяют крупные предметы, а автоматические

системы обрабатывают мелкие фракции. 4) электромагнитные сепараторы: используются для отделения черных металлов от общего потока отходов. Это позволяет эффективно извлекать железные и стальные элементы для дальнейшей переработки.

4) Индия, одна из крупнейших экономик Азии, сталкивается с большими проблемами в управлении отходами. Особенности утилизации отходов в Индии включают: 1) раздельный сбор и компостирование: В крупных индийских городах внедряются программы по раздельному сбору отходов и компостированию органических остатков. 2) работа с неформальными секторами: в Индии существует большой неформальный сектор переработки отходов, состоящий из людей, собирающих и сортирующих отходы вручную. Этот сектор играет важную роль в утилизации отходов, однако условия труда часто оставляют желать лучшего. 3) проблемы с инфраструктурой: недостаточная инфраструктура для переработки отходов остается одной из главных проблем Индии. Значительная часть отходов по-прежнему оказывается на свалках или сжигается без контроля. 4) экоактивизм: в последние годы в Индии наблюдается рост экоактивизма, направленного на улучшение ситуации с утилизацией отходов. Активисты организуют акции и кампании, привлекающие внимание к проблемам окружающей среды.

В Индии также происходят изменения в подходе к сортировке мусора, хотя уровень автоматизации пока ниже, чем в других странах Азии: 1) механические сепараторы для отделения крупных предметов от мелких. Это помогает подготовить отходы к дальнейшему процессу сортировки. 2) оптические сканеры: применяются для идентификации различных типов материалов, таких как пластик, бумага и металл. Эти системы помогают улучшить точность сортировки. 3) центры ручной сортировки: в Индии существуют центры ручной сортировки, где люди вручную сортируют отходы. Хотя этот метод менее эффективен, он создает рабочие места и помогает улучшить экологическую ситуацию. 4) образование и участие общественности: В Индии большое внимание уделяется образовательным программам и вовлечению общественности в процесс сортировки отходов. Это помогает формировать культуру ответственного отношения к окружающей среде.

5) Индонезия, являясь одним из крупнейших производителей пластикового мусора, также принимает меры по улучшению ситуации с утилизацией отходов:

- национальная стратегия по борьбе с пластиковым мусором: правительство разработало национальную стратегию по борьбе с пластиковым мусором, включающую инвестиции в инфраструктуру для переработки и рециклинга, а также образовательные программы для населения.

- партнерство с частным сектором: активно развивается сотрудничество между правительством и частным сектором для создания устойчивых моделей утилизации отходов. Крупные компании участвуют в проектах по переработке пластика и созданию экологически чистых продуктов.

- развитие инфраструктуры.

Индонезия также начинает внедрять современные технологии сортировки мусора:

- пилотные проекты по автоматической сортировке - эти системы помогут улучшить эффективность процесса и снизить зависимость от ручного труда.

- сотрудничество с международными компаниями;

- инфраструктура для переработки пластика: создаются объекты для переработки пластикового мусора, что позволит уменьшить количество отходов, попадающих в океаны.

Страны Азии демонстрируют разнообразные подходы к утилизации отходов, отражающие их уникальные культурные, экономические и социальные условия. Важно отметить, что успешные примеры, такие как Япония и Южная Корея, показывают, что сочетание строгих законов, инвестиций в инфраструктуру и участия общественности может привести к значительным улучшениям в управлении отходами. Другие страны, такие как Китай, Индия, также предпринимают активные шаги в этом направлении, стремясь минимизировать негативное влияние отходов на окружающую среду [4,7,8]

Как мы видим, эффективное управление отходами требует комплексного подхода, включающего развитие инфраструктуры, внедрение новых технологий, изменение законодательства и повышение осведомленности общества[5,6].

Библиографический список

1. **Чуканов А. А., Лутфулин М. Д., Игнатенко И. Е., Фетисов М. Г.** Утилизация отходов производства // Известия ТулГУ. Технические науки. 2024. №8. DOI: 10.24412/2071-6168-2024-8-409-410
2. **Лаврова, К. А.** Исследование особенностей обращения с отходами на территории России и за рубежом / К. А. Лаврова, Е. А. Павлова // Известия высших учебных заведений. Серия: Экономика, финансы и управление производством. – 2023. – № 3(57). – С. 98-104. – DOI 10.6060/ivcofin.2023573.658
3. **Поплевин, А. С.** Анализ механизмов управления сферы обращения с отходами производства и потребления в азиатских странах / А. С. Поплевин, А. Ю. Барковская, В. Н. Азаров // Социология города. – 2024. – № 3. – С. 61-76. – DOI 10.35211/19943520_2024_3_61
4. **Рогожина, Н. Г.** Экологические риски урбанизации в странах Юго-Восточной Азии / Н. Г. Рогожина // Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право. – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 102-118. – DOI 10.23932/2542-0240-2020-13-1-6
5. **Финоченко, В. А.** Инженерная экология: Учебное пособие / В. А. Финоченко, Г. Н. Соколова, Т. А. Финоченко // Под редакцией В.А. Финоченко. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2019. – 164 с. – ISBN 978-5-88814-855-6. – EDN MLBGOP.
6. The constitutional right to a favorable environment as the basis for the ecologization of modern Russian legislation / M. Kostenko, O. Lupandina, O. Dymnikova [et al.] // BIO Web of Conferences. – 2024. – Vol. 116. – P. 07005. – DOI 10.1051/bioconf/202411607005. – EDN GEYHQK.
7. **Хвостиков, А. Г.** Современные способы защиты селитебных территорий от твердых отходов / А. Г. Хвостиков // Инженерный вестник Дона. – 2012. – № 4-2(23). – С. 174. – EDN PVJEKF.
8. **Хвостиков, А. Г.** Об эффективности экологического сбора / А. Г. Хвостиков, В. А. Фирсов // Транспорт: наука, образование, производство сборник научных трудов международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 25–27 апреля 2022 года. Том 3. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2022. – С. 71-74. – EDN MZCFXD.

L. I. Vorobinskaya

WASTE MANAGEMENT EXPERIENCE ANALYSIS: CASE STUDY OF ASIAN COUNTRIES

Abstract. The article analyzes the experience of waste disposal using the example of Asian countries, considering the problem as one of the key environmental challenges of our time. Based on the analysis of international experience, successful practices and strategies used in various Asian countries to combat waste accumulation have been identified. These include the transition to a circular economy, investments in infrastructure, the introduction of strict laws and educational programs, as well as the introduction of innovative technologies. Special attention is paid to the specifics of waste disposal in Japan and South Korea, where advanced sorting and recycling

technologies are used, such as thermal treatment, electronic waste recycling, the use of recycled materials in construction, automated sorting systems, RFID technologies and intelligent containers.

Keywords: waste, waste management, waste accumulation, waste sorting, magnetic separators, smart trash bins

For citation: Vorobinskaya, L. I. Waste Management Experience Analysis: Case Study of Asian Countries / L. I. Vorobinskaya // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobseniya. – 2025. – № 1. – P. 21 – 26.

Сведения об авторах

Воробинская Лидия Ивановна

Ростовский государственный университет
путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Безопасность жизнедеятельности»,
старший преподаватель,
e-mail: lida.vorobinskaya@mail.ru

Information about the authors

Vorobinskaya Lidia Ivanovna

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Life Safety»,
Senior Lecturer,
e-mail: lida.vorobinskaya@mail.ru