

Совершенствование системы сбора коммунальных отходов в городах России и Республики Ирак

Ф.Д.С. Алкинани, С.В. Чмыхалова

Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Аннотация: Предмет исследования в статье – система сбора у населения городов и населенных пунктов твердых коммунальных отходов (ТКО) для обеспечения экологической безопасности населения.

Анализируется текущее состояние системы обращения с отходами в мире и в России, разрабатываются рекомендации для регулирования обращения с твердыми бытовыми отходами.

Цель исследований заключается в оценке количества контейнеров, необходимых для сбора отходов у населения. Оценка производилась на основе нормативно-правовых документов, разработанных в Российской Федерации. Также приведены основные требования к организации площадок для установки контейнеров для сбора ТКО.

Данные исследования актуальны для РФ, Республики Ирак и других стран, которые заинтересованы в создании экологически безопасных условий проживания населения.

Ключевые слова: системный подход, твердые коммунальные отходы, жилой фонд, сбор отходов, контейнер, площадка, экологическая безопасность.

Проживание людей в городах имеет много преимуществ (большое количество рабочих мест, обеспеченность электроэнергией, коммунальными услугами, медицинским обслуживанием, доступность развлекательных и культурных ценностей и др.). Однако именно в городах проблемы экологической безопасности стоят наиболее остро. К таким проблемам относятся загрязнение воздуха выбросами автотранспорта и промышленности. Не менее важной проблемой является эффективная организация утилизации бытовых и промышленных отходов.

Увеличение численности населения в городах, постоянный рост потребностей человека, рост количества товаров, вещей и услуг для удовлетворения личных потребностей приводит к росту отходов производства и потребления, выбрасываемых в окружающую среду.

В Российской Федерации по данным переписи 2021 г. в городах проживает около 75 % населения. Росстат представил предварительные цифры о численности населения в регионах страны по данным Всероссийской переписи населения [1].

В городах накапливается огромное количество отходов, процессы сортировки, переработки с целью получения новой готовой продукции реализуются достаточно тяжело, т.к. требуются дополнительные вложения и не сразу проявляется экономический эффект от вложенных средств. Одним из условий, обеспечивающих экологическую безопасность, является правильное обращение с отходами производства и потребления. Эта проблема характерна для многих стран мира, в том числе Республики Ирак.

Операции по обращению с твердыми отходами включают сбор, транспортировку и утилизацию коммунальных и производственных отходов. Ирак сталкивается со многими проблемами, связанными с нерегулируемыми системами сбора твердых отходов [2].

В Российской Федерации уже имеется опыт внедрения системы обращения с отходами. В настоящее время на территориях многих городов РФ созданы и действуют объекты инфраструктуры, которые организуют сбор, утилизацию или захоронение отходов. Разработаны и внедрены в жизнь законы нормативные акты, внедрена в жизнь система региональных операторов, которые отвечают за сбор, транспортировку, переработку и хранение отходов. В данной работе мы рассматриваем только бытовые отходы, которые в соответствии с Федеральным законом "Об отходах производства и потребления" от 24.06.1998 N 89-ФЗ (последняя редакция). consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ (ФЗ от 24.06.1998 № 89-ФЗ), называются твердыми коммунальными отходами (ТКО).

В Российской Федерации созданы все необходимые условия для обеспечения экологически безопасных условий проживания населения.

Под отходами потребления (ТКО) будем понимать вещества или предметы, которые образованы в процессе производства, выполнения работ, оказания услуг или в процессе потребления, которые удаляются, предназначены для удаления или подлежат удалению в соответствии с ФЗ от 24.06.1998 № 89-ФЗ.

Разделение отходов по категориям (пластик, бумага, стекло, батарейки и др.), на уровне домохозяйств, может существенно сократить расходы на управление системой обращения с ТКО [3]. Обзор [3] подготовлен группой авторов из разных стран: Индия, Швеция, Финляндия. Авторы отмечают, что правильная организация и управление отходами влияет на состояние общественного здоровья, здравоохранение и является составной частью экологической безопасности проживания населения.

При внедрении системы обращения с отходами на первом этапе необходимо создать условия сбора отходов у населения, и, в дальнейшем, развивать эту систему в направлении раздельного сбора отходов. Разделение отходов по категориям также можно производить на специальных установках в производственных условиях. Следующий шаг – повторное применение отходов для производства новых хозяйственных товаров.

«Под утилизацией отходов понимаем использование отходов для производства товаров (продукции) и др., в том числе и энергетическая утилизация». Определение утилизации отходов дано в соответствии с Федеральными законами "О внесении изменений в Федеральный закон "Об отходах производства и потребления", отдельные законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных законодательных актов (положений законодательных актов) Российской Федерации" от 29.12.2014 N 458-ФЗ (последняя редакция) consultant.ru/document/cons_doc_LAW_172948/ и Федеральным законом «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 03.07.2017 N 172-ФЗ (последняя редакция) www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_192748/

Федерации» от 27.12.2019 N 450-ФЗ (последняя редакция).
consultant.ru/document/cons_doc_LAW_341787/.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что практически все ТКО могут быть утилизированы. Для этого используются следующие этапы: сбор, транспортировка, сортировка для получения сырья для производства новых товаров для нового хозяйственного оборота и сжигание несортируемого остатка для получения электроэнергии.

Ресурсно-экологические проблемы городов и пути их решения рассмотрены в [4]. Учитывая опыт РФ и регионов, рассмотрим вопрос об организации современной системы обращения с ТКО на территории города Эн-Наджаф, Республика Ирак.

Рассмотрим первый этап – сбор отходов, который, при правильной организации, обеспечивает экологическую безопасность проживания населения в городах и сельской местности.

Определение основных параметров площадок для сбора ТКО

Обращение с ТКО на сегодняшний день, как система, состоит из двух подсистем (или систем), взаимодействующих между собой: система сбора у населения и транспортировки твердых коммунальных отходов (ТКО) на специальные площадки и система переработки, в том числе мусоросжигательные заводы с производством электроэнергии.

На рис. 1 представлена система сбора отходов у населения, которая работает в РФ.

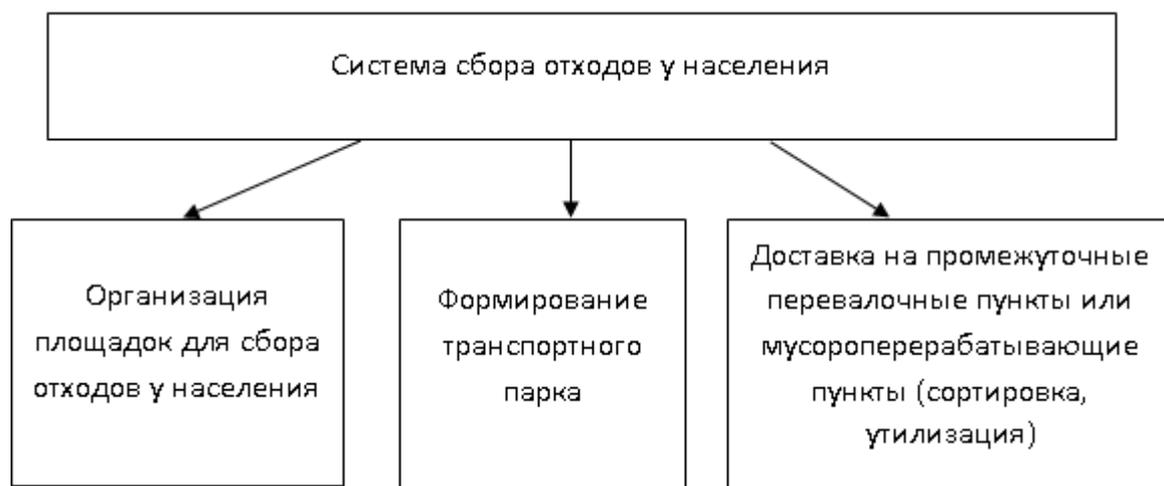


Рис. 1. Система сбора отходов у населения

Рассмотрим организацию сбора отходов в жилом фонде. Для сбора отходов используются мусорные контейнеры, которые устанавливаются на выделенных площадках.

В городе Эн-Наджаф много частных домов, имеющих два-три этажа, и небольшой участок около дома. Поэтому и тот и другой способы сбора отходов могут быть внедрены на территории города. Возможен также сбор отходов непосредственно у каждого дома, однако производительность такого сбора ниже, чем с площадок для сбора отходов.

Согласно актам, СанПиН в РФ утвержден ряд правил, которые выполняют при обустройстве нового участка для сбора отходов, в соответствии с Постановлениями Правительства РФ от 31 августа 2018 г. № 1039 «Об утверждении Правил обустройства мест (площадок) накопления твердых коммунальных отходов и ведения их реестра». base.garant.ru/72036220/ (Постановление № 1039 от 31.08.2018 г.) и Главного государственного санитарного врача РФ от 5 декабря 2019 г. № 20 «Об утверждении санитарно-эпидемиологических правил и норм СанПиН 2.1.7.3550-19 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию

территорий муниципальных образований» (Постановление № 20 5.12.2019 г.).

В них входят следующие положения:

- число баков определяется количеством жильцов и объемом отходов. Их количество на одной площадке не может быть больше 5;
- участок должен быть забетонирован или заасфальтирован, расположен под минимальным углом для упрощения транспортировки баков. Подъезд освобождают для беспрепятственного движения спецтранспорта;
- участок должен быть огорожен. С трех сторон устанавливаются бордюры, зеленые насаждения, ограда высотой больше 1 м;
- обязательное условие – наличие крышки. Она должна плотно прилегать к бакам, не допуская попадания осадков, а также защищать содержимое от животных и ветра;
- дистанция от места хранения мусора до зданий – 20-100 м, удаленность от детских учреждений и школ: мусоросборник должен быть удален не менее чем на 20 м от места, где ходят дети. Желательно выбрать участок на заднем дворе школ и детских садов – там, где никто не ходит дети.

Согласно Постановлениям, участки выделяются на государственной земле.

Одновременно с этим рассчитываются и подбираются мусоровозы (их производительность, вид погрузки в мусоровоз и др.), и подбирается соответствующая им конструкция контейнеров.

Для Эн-Наджаф мусорные контейнеры необходимо из-за климатических условий опустошать не реже 1-го раза в сутки.

Услуга вывоза мусора в Российской Федерации платная, оказывается региональным оператором и управляющей компанией. Каждый собственник

недвижимого имущества подписывает договор о вывозе ТКО. После этого региональный оператор устанавливает график вывоза отходов.

Среднестатистический россиянин производит в год около двух кубометров мусора — примерно 400 кг [5]. Это около 1,1 кг в день.

Предположим, что жители Эн-Наджафа производят столько же ТКО, сколько и в России, т.е. 400 кг (0,4 т) в год.

Тогда, учитывая количество населения Эн-Наджафа (примерно, 1300000 человек), получаем общую сумму отходов в год:

$$P_{\text{отх.год}} = 0,4 \times 1300000 = 520000 \text{ т/год}$$

или

$$P_{\text{отх.день}} = 0,4 \times 1300000 / 365 = 520000/365 = 1424,7 \text{ т/день},$$

где $P_{\text{отх.год}}$ — количество отходов в год;

$P_{\text{отх.день}}$ — количество отходов в день.

В Эн-Наджафе много частных домов, мусор забирает машина у каждого дома. Такой сбор отходов обладает рядом недостатков, главный из которых — низкая производительность, также сбор ТКО у населения производят несколько раз в неделю, что приводит к появлению запахов от разложения отходов пищевых продуктов. Более эффективным является сбор отходов на отведенных участках в мусорные контейнеры. Баки размещают недалеко от домов, чтобы жильцам не пришлось далеко ходить. Несанкционированный выброс мусора грозит нарушителю штрафом.

Рассчитаем ежедневный объем отходов. Отходы, которые сбрасываются в контейнер для сбора отходов, — неуплотненные, их плотность варьируется от $\rho_{\text{мин}} = 90 \text{ кг/м}^3 = 0,090 \text{ т/м}^3$ до $\rho_{\text{макс}} = 250 \text{ кг/м}^3 = 0,250 \text{ т/м}^3$. Значения плотности отходов приведены в СП 320.1325800.2017 «Полигоны для твёрдых коммунальных отходов. Правила проектирования, эксплуатации, реконструкции и ликвидации» с изменениями 1. Москва. 2022. minstroyrf.gov.ru/docs/16294/.

Общий объем отходов в г. Эн-Наджаф может меняться в зависимости от плотности отходов, приведенной в СП 320.1325800.2017:

$$V_{\text{отх.день макс}} = P_{\text{отх.день}} / \rho_{\text{мин}} = 1424,7 \text{ т/день} / 0,090 \text{ т/м}^3 = 15830 \text{ м}^3 / \text{день};$$

$$V_{\text{отх.день мин}} = P_{\text{отх.день}} / \rho_{\text{макс}} = 1424,7 \text{ т/день} / 0,250 \text{ т/м}^3 = 5698,8 \text{ м}^3 / \text{день};$$

Контейнер для смешанных отходов представляет собой опорожняемый контейнер емкостью 0,7 - 1,2 куб. м, который выгружается в мусоровозы (Письмо Министерства природных ресурсов и экологии 26.10.2020 N 05-25-53/28263 «О направлении методических рекомендаций» base.garant.ru/400219851/).

Таким образом, исходя из максимального объема ТКО и размера контейнера 1,2 м³, имеем 4750 контейнеров для постоянно проживающего в г. Эн-Наджаф населения при принятой плотности отходов 250 кг/м³. При принятой плотности отходов 90 кг/м³ количество контейнеров увеличивается до 13192 шт.

С учетом некоторого запаса емкостей контейнеров (неравномерность заполнения емкостей, праздники, смена времен года, увеличение количества потребляемой воды и др.) можем увеличить количество контейнеров на коэффициент запаса, который принимаем равным 1,25. Таким образом получаем 6065 контейнеров (при плотности отходов 250 кг/м³) для постоянно проживающего населения г. Эн-Наджаф или 16500 контейнеров (при плотности отходов 90 кг/м³).

$$6000 \text{ (при плотности отходов } 250 \text{ кг/м}^3) \leq N \leq 16500 \text{ (при плотности отходов } 90 \text{ кг/м}^3),$$

где N – количество контейнеров (шт., емкостью 1,2 м³).

Мы имеем значительную разницу в количестве контейнеров (в 2,7 раза). Количество контейнеров может быть уточнено в реальных условиях жизнеобеспечения г. Эн-Наджаф. Для этого необходимо провести достаточное количество экспериментальных измерений плотности отходов в разные времена года, т.к. состав отходов по временам года может меняться. С учетом разных факторов, которые даже в реальных условиях трудно учесть (особенности климатических условий, количество потребляемой жидкости (тара от воды), праздники и др.), рекомендуемое количество контейнеров выбирается близким к максимальному, т.е. около 16500 шт.

Соответственно, если выбираем меньший объем контейнеров (0,7 м³), их количество также увеличивается.

Известно, что жаркий сезон длится 4,0 месяца, с 23 мая по 23 сентября, с максимальной среднесуточной температурой выше 39 °С. Самый жаркий месяц в году в Эн-Наджаф - июль, со средним температурным максимумом 44 °С и минимумом 31 °С. Горожане употребляют большое количество бутилированной воды. Плотность таких отходов будет минимальной из-за выброшенных бутылей воды реального размера (неуплотненного), для оценочных расчетов можем принять 90 кг/м³.

Таким образом, по нашей оценке условий проживания в г. Эн-Наджаф, рекомендованное количество контейнеров 16500 шт.

В соответствии с Постановлением № 1039 от 31.08.2018 г. к контейнерам предъявляются следующие требования:

- наличие крышек для предотвращения распространения запахов, растаскивания отходов животными и птицами, распространения инфекций, сохранения ресурсного потенциала отходов, предотвращения обводнения отходов;

- оснащение колесами, что позволяет выкатывать контейнер для опорожнения при вывозе мусороуборочной техникой;
- прочность, огнеупорность, сохранение прочности в холодный период года;
- низкие адгезионные свойства с целью предотвращения примерзания и прилипания отходов).

Контейнеры разгружаются в специальный транспорт и доставляются на производственные территории для дальнейшей обработки.

Обращение с отходами на современном этапе развития общества предполагает, что отходы рассматриваются не как бесполезный и вредный продукт, а как потенциальный ресурс, который может быть возвращен в хозяйственный оборот или преобразован в энергию [6].

Кроме организованного сбора ТКО, обращение с ТКО подразумевает следующие этапы [7, 8]:

- сортировка отходов - разделение или смешение отходов в соответствии с определенными критериями для получения однородных компонентов;
 - сепарация отходов - механизированная обработка неоднородных отходов, направленная на их разделение на однородные составляющие;
 - обработка отходов - операции, изменяющие физическое, химическое или биологическое состояние отходов для дальнейшей обработки;
 - переработка (утилизация) отходов - использование технологических процессов для повторного использования полученного сырья, энергии, изделий и материалов в хозяйственных целях;
 - рециклинг - процесс возвращения отходов и выбросов в процессы производства.
-

Материальный баланс на всех стадиях обращения с отходами, начиная от сбора отходов у населения и заканчивая производством готовой продукции, т.е. на этапе рециклинга, разработан в [9].

Следующим этапом в утилизации отходов может быть энергетическая утилизация ТКО [10, 11]. Энергетическая утилизация подразумевает вовлечение во вторичный оборот (т.е. производство электроэнергии на мусоросжигательных заводах) отходов, не пригодных к классической переработке - производство новых продуктов, поступающих в новый хозяйственный оборот. Энергетическая утилизации отходов приобретает все большую актуальность и может быть рекомендована для Республики Ирак.

При такой утилизации отходов значительно снижается ущерб, наносимый окружающей среде свалками и полигонами, и повышается экологическая безопасность проживания населения городов.

Вывод:

В Российской Федерации создана и опробована система обращения с ТКО. Аналогичную систему можно предложить для внедрения в г. Эн-Наджаф, Республика Ирак.

Экологическая безопасность проживания граждан в населенных пунктах определяется организацией системы управления процессом обращения с ТКО, которая состоит из следующих технологических операций:

- своевременного вывоза отходов из контейнеров по сбору отходов у населения;
 - определения места положения контейнеров;
 - расчета количества контейнеров и их объема на площадке их установки, исходя из количества людей;
-



- оборудования площадки для установки контейнеров;
- организации своевременного вывоза отходов с территории населенных пунктов для дальнейшего обращения с ТКО.

Этап сбора и транспортировки отходов создает необходимые условия для следующего этапа - дальнейшей обработки и переработки отходов, оптимальный путь которого выбирается на основе экологических, ресурсных и экономических требований конкретного региона.

Литература

1. Андреев Е.М., Чурилова Е.В. Результаты Всероссийской переписи населения 2021 года в свете статистики текущего учета населения и переписей предыдущих лет. Демографическое обозрение / Demographic Review 2023; 10(3)4-20. URL: doi.org/10.17323/demreview.v10i3.17967/
2. Al-Mohammed M.A, Ulutagay G, Alabdraba WM. The reality of solid waste management in Iraq and ways of development. Tikrit Journal of Engineering Sciences 2021; 28(3): 1- 20. URL: researchgate.net/publication/354679692_The_reality_of_solid_waste_management_in_Iraq_and_ways_of_development
3. Trushna T. et al. Interventions to promote household waste segregation. Journal of Environmental Protection, Vol.15 No.6, June 17, 2024 URL: scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3751888
4. Чмыхалова С.В. Ресурсно-экологические проблемы больших городов и пути их решения: Учебное пособие. – М.: Издательство «Горная книга» 2012. 328 с.: ил. (СТРОЙТЕХИЗДАТ)
5. Комкова М. Меньше свалок: как запустить в России переработку мусора. URL: rbc.ru/opinions/business/30/06/2021/60db5bb79a794797facb2eb1

6. Бобович Б.Б., Липаев А.А. Образование отходов и обращение с ними в Российской Федерации // Управление техносферой: электрон. журнал, 2023. Т.6. Вып.3. technosphere-ing.ru. С. 339–348. DOI: 10.34828/UdSU.2023.79.63.004

7. Кузнецов П.И. О становлении и развитии отходоперерабатывающей отрасли. Экология производства. 2012. № 4. С. 31-33

8. Чмыхалова С.В., Алкинани Ф.Д.С., Травин И.А., Коновалов Д.И. Системный подход и современные решения в сфере обращения отходов для социально-экономического управления природопользования. Прогрессивная экономика, 2024, № 10, С. 117-132. URL: progressive-economy.ru/vypusk_1/sistemnyj-podhod-i-sovremennye-resheniya-v-sfere-obrashheniya-othodov-dlya-soczialno-ekonomicheskogo-upravleniya-prirodopolzovaniya/

9. Чмыхалова С.В., Алкинани Ф.Д.С. Материальный баланс системы «отходы потребления – сырье – готовая продукция». Инженерный вестник Дона, 2024, № 5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2024/9218

10. Тугов А.Н. Энергетическая утилизация ТКО: мировой и отечественный опыт (обзор). Теплоэнергетика, 2022, № 12, С. 5–22. DOI: 10.56304/S0040363622120098

11. Красноперова С.А., Липаев А.А., Аль Басиси М.Н.М. К вопросу об использовании отходов мусоросжигательного завода для повышения нефтеизвлечения из пластов // Управление техносферой: электрон. журнал. 2021. Т.4. Вып. 1. С. 50–62. DOI: 10.34828/UdSU.2021.61.63.005

References

1. Andreev E.M. Churilova E.V. Demographic Review 2023; 10(3) P. 4-20. URL: org/10.17323/demreview.v10i3.17967/

2. Al-Mohammed MA, Ulutagay G, Alabdraba WM. Tikrit Journal of Engineering Sciences 2021; 28(3): P. 1-20. URL: researchgate.net/publication/354679692_The_reality_of_solid_waste_management_in_Iraq_and_ways_of_development
 3. Trushna T. et al. Vol.15 No.6, June 17, 2024. URL: scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3751888
 4. Chmykhalova S.V. Resursno-ekologicheskie problemy bolshih gorodov I puti ih reshenija: uchebnoe posobie [Resource and environmental problems of big cities and ways to solve them: A textbook]. M.: Izd-vo «Gornaja kniga», 2012. – 328 p. il. (STROITEHIZDAT). [Chmykhalova S.V. Resource and environmental problems of large cities and ways to solve them: A textbook. Moscow: Gornaya Kniga Publishing House, 2012. 328 p.: ill. (STROITEKHIZDAT)]
 5. Komkova M. Menshe svalok: kak zapustit v Rossii pererabotku musora. URL: rbc.ru/opinions/business/30/06/2021/60db5bb79a794797facb2eb1 [Komkova M. Fewer landfills: how to start recycling in Russia. URL: rbc.ru/opinions/business/30/06/2021/60db5bb79a794797facb2eb1]
 6. Bobovich B.B. Lipaev A.A. Upravlenie tehnosferoi: electron. szurnal. 2023, T.6. P. 339–348. DOI: 10.34828/UdSU.2023.79.63.004
 7. Kuznecov P.I. Ecologiya proizvodstva. 2012. № 4. P. 31-33.
 8. Chmykhalova S.V., Alkinani F.D.S., Travin I.A., Konovalov D.I. № 10, 2024 P. 117-132. URL: progressive-economy.ru/vypusk_1/sistemnyj-podhod-i-sovremennye-resheniya-v-sfere-obrashheniya-otходов-dlya-sotsialno-ekonomicheskogo-upravleniya-prirodopolzovaniya/
 9. Chmykhalova S.V., Alkinani F.D.S., Konovalov D.I. Inshenenyi vestnik Dona, 2024. №5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2024/9218
 10. Tugov A.N. Teploenergetika, 2022, № 12, pp. 5–22. DOI: 10.56304/S0040363622120098
-



11. Krasnoperova S.A., Lipaev A.A., Al Basisi M.N.M. Upravlenie tehnosferoy: electron. zhurnal. 2021. T.4. Vyp. 1. pp. 50-62. DOI: 10.34828/UdSU.2021.61.63.005

Дата поступления: 9.12.2024

Дата публикации: 29.01.2025