

УДК: 628.477:620.92(575.1)

*Арифджанова Нафиса Захидовна*  
*старший преподаватель,*  
*кафедра транспортной логистики,*  
*Ташкентский Государственный Транспортный университет,*  
*Республика Узбекистан, г. Ташкент*

## **ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО, ЭКОНОМИЧЕСКОГО И КЛИМАТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ПРОЕКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ В ЭНЕРГИЮ В УЗБЕКИСТАНЕ**

**Аннотация:** в статье рассматриваются предпосылки и ограничения развития проектов по переработке отходов в энергию в Узбекистане. На основе официальных проектных параметров, нормативных актов и научных публикаций показано, что формирующийся сектор переработки отходов способен дать заметный энергетический эффект, сократить полигонную нагрузку и создать дополнительные инвестиционные стимулы. Вместе с тем итоговый климатический и экономический результат зависит от морфологического состава отходов, устойчивости их низшей теплоты сгорания, капиталоемкости объектов и места переработки в иерархии обращения с отходами. Сделан вывод о целесообразности развития переработки отходов в энергию как элемента интегрированной системы, а не как замены разделному сбору и переработке.

**Ключевые слова:** твёрдые бытовые отходы, переработка отходов в энергию, энергетическая утилизация, климатический эффект, электроэнергия, Узбекистан, устойчивое развитие.

*Arifdzhanova Nafisa Zakhidovna*  
*Senior Lecturer,*

*Department of Transport logistics,  
Tashkent State Transport University,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

## **ASSESSMENT OF THE ENERGY, ECONOMIC AND CLIMATE EFFECT OF WASTE-TO-ENERGY PROJECTS IN UZBEKISTAN**

**Abstract:** The paper examines the prerequisites and constraints for waste-to-energy development in Uzbekistan. Using official project parameters, regulatory documents and academic sources, it shows that the emerging WtE sector can generate a tangible energy effect, reduce landfill pressure and create additional investment incentives. At the same time, the final climate and economic outcome depends on waste composition, the stability of lower heating value, capital intensity and the position of WtE within the waste hierarchy. The study concludes that WtE should be developed as part of an integrated waste management system rather than as a substitute for separate collection and recycling.

**Keywords:** municipal solid waste, waste-to-energy, energy recovery, climate effect, electricity generation, Uzbekistan, sustainable development.

В условиях роста объёмов отходов и повышения требований к декарбонизации энергетики проекты переработки отходов в энергию приобретают для Узбекистана двойное значение: как инструмент сокращения захоронения и как дополнительный источник электроэнергии. По официальным материалам, в стране образуется около 35 млн м<sup>3</sup> твёрдых бытовых отходов в год, а к 2030 году в обновлённом Национальном Вкладе поставлены ориентиры по охвату 95% населения системой сбора ТБО и использованию 35% отходов для выработки энергии [1, 2]. Такая постановка вопроса переводит проблемы преобразования

твёрдых бытовых отходов в энергию из разряда коммунальной практики в сферу энергетической и климатической политики.

Нормативная база Узбекистана в целом допускает такую траекторию. Стратегия обращения с твёрдыми бытовыми отходами на 2019-2028 годы закрепляет иерархию, в которой приоритет отводится предотвращению образования отходов, повторному использованию и переработке [1]. Закон Республики Узбекистан «Об отходах» рассматривает термическую обработку и сжигание как формы обезвреживания, но одновременно запрещает сжигание без специальных технических устройств и подчёркивает недопустимость захоронения отходов, для которых существуют технологии утилизации [3]. Следовательно, переработку отходов в энергию правомерно рассматривать не как альтернативу переработке, а как решение для остаточной, слабоутилизируемой фракции.

Практический поворот к переработке отходов связан с проектами 2025 года. В Ташкентской, Андижанской, Наманганской, Ферганской, Кашкадарьинской и Самаркандской областях заявлена совокупная мощность более 10 тыс. т ТБО в сутки. Для этих объектов предусмотрены договоры гарантированного выкупа электроэнергии и гарантированной поставки отходов сроком на 30 лет, что снижает сбытовой и сырьевой риск и делает сектор более предсказуемым для инвестора. Для Ташкентской области заявлены 2500 т/сут и 390 млн кВт·ч в год, для Андижанской, Кашкадарьинской и Самаркандской областей по 1500 т/сут и 240 млн кВт·ч в год, для Наманганской и Ферганской областей по 1500 т/сут и 227,5 млн кВт·ч в год [4-6].

Для первичной проверки энергетической состоятельности проектов можно использовать формулу удельной выработки электроэнергии. В методическом плане оценка эффективности сложных систем должна опираться на сопоставление затрат и результативности [7]. Она позволяет

сопоставить заявленные проектные параметры с международным диапазоном эффективности объектов, перерабатывающих отходы в энергию, который, по данным IPCC, обычно составляет 300-600 кВт·ч на 1 т ТБО [8].

$$E_{уд} = \frac{E_{год}}{Q_{сут} \times 365}$$

где  $E_{уд}$  – удельная выработка электроэнергии, кВт·ч/т;  $E_{год}$  – годовая выработка электроэнергии, кВт·ч;  $Q_{сут}$  – суточная мощность по приёму отходов, т/сут.

Результаты расчёта удобно представить в виде сопоставления проектных параметров, ожидаемой выработки электроэнергии и инвестиционной нагрузки по основным проектам по переработке отходов в Узбекистане.

Таблица 1.

**Сравнение проектных параметров и ожидаемого энергетического эффекта от переработки отходов в Узбекистане**

Проект	Мощность, т/сут	Выработка, млн кВт·ч/год	Удельная выработка, кВт·ч/т	Инвестиции, млн долл. США
Ташкентская область	2500	390,0	427,4	240
Андижанская область	1500	240,0	438,4	110-140
Наманганская и Ферганская области	1500	227,5	415,5	141,5
Кашкадарьинская и Самаркандская области	1500	240,0	438,4	150

*Источник: составлено автором*

Таблица показывает, что заявленные узбекские проекты укладываются в интервал, который в международной методической литературе считается реалистичным для мусоросжигательных объектов.

Средневзвешенная удельная выработка по этим параметрам составляет около 429,5 кВт·ч на 1 т ТБО, то есть находится в середине диапазона ИРСС [8]. Это означает, что сами проектные показатели не выглядят завышенными. Одновременно видно, что экономический результат будет зависеть не столько от паспортной мощности, сколько от фактической загрузки, состава отходов и устойчивости их калорийности.

Ключевым ограничителем энергетического эффекта остаётся качество топливной базы. Для Урта-Чирчикского района Ташкентской области зафиксирована низшая теплота сгорания смешанных ТБО на уровне 2479,34 ккал/кг, то есть около 10,4 МДж/кг [9]. Это выше минимального порога 7 МДж/кг, который необходим для устойчивой работы мусоросжигателя без дополнительного топлива [10]. Однако международный опыт показывает, что при высокой влажности и изменчивости состава низшая теплота сгорания может снижаться до 6,133 МДж/кг, а после предварительной обработки возрастать до 11,8 МДж/кг [10]. Отсюда следует, что в Узбекистане переработка отходов требует не только строительства печей и турбогенерации, но и развитой системы подготовки топлива: удаления инертных и влажных фракций, стабилизации состава и контроля сезонных колебаний.

Экономический эффект от переработки отходов в энергию для Узбекистана проявляется по нескольким каналам:

1. Речь идёт о замещении части традиционной генерации и сокращении полигонной нагрузки.
2. Крупные проекты формируют спрос на оборудование, строительство, обслуживание и занятость. В частности, для андижанского завода указано около 100 рабочих мест.
3. 30-летние обязательства по выкупу электроэнергии и поставке отходов снижают неопределённость денежного потока.

В то же время высокая капиталоемкость очевидна уже по проектным сметам: от 110 до 240 млн долл. США на объект [4-6]. Это означает, что финансовая устойчивость переработки будет зависеть от сочетания тарифа на электроэнергию, платы за приём отходов и фактической загрузки мощностей.

Климатический эффект от переработки отходов в энергию неоднозначен, но в узбекском контексте потенциально значим. По материалам IPCC, полный выброс при сжигании 1 т ТБО составляет 0,7-1,2 т CO<sub>2</sub>, однако климатически релевантная, то есть фоссильная, доля оценивается примерно в 0,415 т CO<sub>2</sub> на 1 т ТБО [8]. При этом при коэффициенте полезного использования энергии не ниже примерно 25% и замещении ископаемой генерации переработкой отходов в энергию может быть климатически нейтрален или предпочтителен по сравнению с традиционными тепловыми станциями. Для Узбекистана это означает, что климатический результат зависит не от самого факта сжигания, а от технологической конфигурации станции и от того, насколько переработка сокращает полигонные выбросы и реально вытесняет углеродоёмкую генерацию.

С учётом изложенного место переработки отходов в энергию в системе обращения с отходами Узбекистана должно быть строго функциональным. Его задача состоит в утилизации остаточного потока после отбора пригодных для переработки фракций, а не в конкуренции с рециклингом. Именно такое понимание согласуется и с действующим Законом «Об отходах», и со Стратегией 2019-2028, и с целевыми ориентирами национально определяемого вклада [1-3]. Наиболее рациональная модель для страны включает отдельный сбор, сортировку, извлечение вторичных ресурсов, биологическую обработку органической части там, где это возможно, и энергетическую утилизацию остатка с приемлемой калорийностью.

В заключении следует отметить, что проекты по переработке в Узбекистане обладают реальным энергетическим и инфраструктурным потенциалом. Их заявленные показатели по удельной выработке электроэнергии в целом соответствуют приемлемому диапазону, а институциональная модель с долгосрочными гарантиями выкупа и поставки отходов создаёт основу для привлечения инвестиций. Вместе с тем эффективность переработки отходов в энергию не является автоматической. Она определяется качеством топливной базы, уровнем предобработки отходов, капитальными затратами и достижимым коэффициентом полезного действия. Поэтому для Узбекистана оптимален сценарий, при котором переработка развивается как часть интегрированной иерархии обращения с отходами, поддерживает климатические цели страны, но не подменяет переработку и предотвращение образования отходов.

#### **Использованные источники:**

1. Республика Узбекистан. Президент. Об утверждении Стратегии по обращению с твердыми бытовыми отходами в Республике Узбекистан на период 2019-2028 годов: постановление Президента Республики Узбекистан от 17 апреля 2019 г. № ПП-4291 [Электронный ресурс]. URL: <https://lex.uz/docs/4291733> (дата обращения: 22.03.2026).

2. Republic of Uzbekistan. Updated nationally determined contribution of the Republic of Uzbekistan (NDC 3.0) for the period up to 2035 within the Framework of the Paris Climate Agreement [Электронный ресурс]. Tashkent, 2025. URL: <https://unfccc.int/sites/default/files/2025-11/Uzbekistan%20Third%20NDC.pdf> (дата обращения: 22.03.2026).

3. Республика Узбекистан. Об отходах: Закон Республики Узбекистан от 5 апреля 2002 г. № 362-II [Электронный ресурс]. URL: <https://lex.uz/docs/44872> (дата обращения: 21.03.2026).

4. Республика Узбекистан. Президент. О мерах по реализации Инвестиционного проекта «Производство электрической энергии путем сжигания твердых бытовых отходов в городе Ташкенте, Ташкентской и Андижанской областях»: постановление Президента Республики Узбекистан от 24 марта 2025 г. № ПП-116 [Электронный ресурс]. URL: <https://lex.uz/docs/7444423> (дата обращения: 22.03.2026).

5. Республика Узбекистан. Президент. О мерах по реализации Инвестиционного проекта «Производство электрической энергии путем сжигания твердых бытовых отходов в Наманганской и Ферганской областях»: постановление Президента Республики Узбекистан от 24 марта 2025 г. № ПП-117 [Электронный ресурс]. URL: <https://lex.uz/en/docs/7444609> (дата обращения: 22.03.2026).

6. Республика Узбекистан. Президент. О мерах по реализации Инвестиционного проекта «Производство электрической энергии путем сжигания твердых бытовых отходов в Кашкадарьинской и Самаркандской областях»: постановление Президента Республики Узбекистан от 24 марта 2025 г. № ПП-118 [Электронный ресурс]. URL: <https://lex.uz/ru/docs/7444458> (дата обращения: 22.03.2026).

7. Арифджанова Н. З. Оценка эффективности логистической деятельности // Проблемы современной науки и образования. – 2022. – №. 9 (178). – С. 27-29.

8. IPCC. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories [Электронный ресурс] / J. Penman, D. Kruger, I. Galbally [et al.], eds. Hayama, Japan: Institute for Global Environmental Strategies, 2000. URL: <https://www.ipcc.ch/publication/good-practice-guidance-and-uncertainty-management-in-national-greenhouse-gas-inventories/> (дата обращения: 22.03.2026).

9. Tursunov O., Abduganiev N. A comprehensive study on municipal solid waste characteristics for green energy recovery in Urta-Chirchik: A case

study of Tashkent region // Materials Today: Proceedings. – 2020. – Т. 25. – С. 67-71.

10. Dashti A. et al. Review of higher heating value of municipal solid waste based on analysis and smart modelling // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2021. – Т. 151. – С. 111591.