

cifrovoi-mir-yuzhnoi-korei-socialnye-seti-trendy-i-instrumenty (дата обращения: 05.11.2025).

8. We the Navigators // Naver. — URL: https://www.navercorp.com/en/naver-corp_intro (date of access: 05.11.2025).

СНИЛ «ЭКОС»

П. В. Бутько, А. С. Кузьмич, В. П. Максимова, А. В. Прокopenko

Научный руководитель — кандидат экономических наук А. В. Становская

BACK-STOP-ТЕХНОЛОГИИ КАК ДРАЙВЕР РАЗВИТИЯ ЗЕЛЕННОЙ ЭКОНОМИКИ

В статье рассматриваются сущность и роль back-stop-технологий как современной экологической тенденции. Анализируются мировые и белорусские показатели в сфере возобновляемых источников энергии и обращения с твердыми коммунальными отходами.

В условиях глобальных экологических вызовов XXI в. переход к back-stop-технологиям становится ключевым направлением устойчивого развития. Back-stop-технологии представляют собой инновационные подходы, позволяющие преодолевать конечность невозобновляемых ресурсов путем использования возобновляемых альтернатив.

В контексте сырьевых проблем back-stop-технологии предлагают решения для преодоления трудностей. Невозобновляемые ресурсы формируют основу современной экономики, но их добыча приводит к экологическим последствиям: загрязнению почв, вод и атмосферы. Переход к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) позволяет снизить зависимость от ископаемых топлив.

Другой аспект — рециклирование, где back-stop-технологии обеспечивают замкнутый цикл использования ресурсов. В развитых странах (ЕС и США) переработка отходов достигла 50–70 %: например, в Германии перерабатывается 90 % пластика [1]. Такой подход позволяет экономить первичные ресурсы и снижать объемы захоронения коммунальных отходов, которые в мире превышают 2 млрд т в год [2]. В Беларуси back-stop-подходы могут интегрировать ВИЭ и рециклирование для устойчивого развития минерально-сырьевой базы.

Переход к возобновляемым источникам энергии является одной из ключевых задач современной мировой энергетики. В соответствии с Целями устойчивого развития ООН (№ 7 «Доступная и чистая энергия» и № 13 «Борьба с изменением климата») переход к зеленой энергетике способствует снижению выбросов парниковых газов, диверсификации энергобаланса и повышению энергетической безопасности [3].

По данным Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA), в 2024 г. совокупная мировая мощность ВИЭ достигла

4448 ГВт, что на 15,1 % больше, чем в предыдущем году [4]. Более 90 % всех новых электростанций, введенных в эксплуатацию, приходилось именно на возобновляемые источники, что подтверждает устойчивость глобального тренда. По оценке аналитического центра Ember, доля ветровой и солнечной генерации в мировом производстве электроэнергии превысила 13,4 %, а совокупная доля чистой энергии — возобновляемой и ядерной — достигла 40 % [5]. Эти данные демонстрируют ускоряющийся процесс декарбонизации мировой энергетики. Вместе с тем, по оценке экспертов, существующие темпы роста остаются недостаточными для достижения цели трехкратного увеличения мощности ВИЭ к 2030 г.

Наиболее высокие темпы внедрения возобновляемых источников наблюдаются в Китае, США, Индии и странах Европейского союза. В Европе в 2024 г. более половины произведенной электроэнергии приходилось на чистые источники [4]. В развивающихся странах переход к ВИЭ идет медленнее из-за ограниченного доступа к финансированию и технологиям.

Беларусь также постепенно интегрирует ВИЭ в национальную энергосистему. Согласно данным Министерства энергетики, доля возобновляемой энергии в топливно-энергетическом балансе в 2022 г. составила 8,1 %, превысив плановые показатели, предусмотренные Концепцией энергетической безопасности [3]. Совокупная установленная мощность ВИЭ на 1 января 2023 г. достигла 631,5 МВт, что более чем в 14 раз превышает уровень 2009 г. (45 МВт). Основная часть мощностей приходится на биомассу, малые гидроэлектростанции и солнечные установки. Объем выработки электроэнергии из ВИЭ в 2023 г. составил около 1,34 млрд кВт·ч [6].

В рамках Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь страна ставит задачу увеличения доли ВИЭ в общем энергопотреблении до 8 % к 2025 г. и 10 % к 2030 г. Однако введение в эксплуатацию Белорусской атомной электростанции частично снижает потребность в новых возобновляемых мощностях, что может замедлить относительный рост доли ВИЭ. При этом развитие зеленой энергетики остается важным элементом государственной политики, направленной на снижение зависимости от импорта углеводородов и повышение экологической устойчивости [7].

Факторами, стимулирующими развитие возобновляемой энергетики в Беларуси, являются снижение стоимости технологий, наличие биоресурсов для производства биогаза и действие национальных программ поддержки инвесторов. К сдерживающим факторам относят недостаточную развитость сетевой инфраструктуры, ограниченный доступ к долгосрочному финансированию и высокую долю природного газа в энергобалансе страны. В отчете Renewable Readiness for Belarus подчеркивается необходимость активизации участия частного сектора, совершенствования нормативной правовой базы и создания более привлекательных условий для инвестиций в возобновляемую энергетику [8].

Перспективы развития ВИЭ в Беларуси связаны с дальнейшей диверсификацией источников энергии, развитием солнечных и ветровых электро-

станций, более широким использованием биомассы и внедрением систем накопления энергии. Важное значение для развития ВИЭ имеют также формирование стимулов для инвесторов, совершенствование тарифного регулирования и повышение экологической культуры населения.

Таким образом, мировой энергетический сектор переживает масштабную трансформацию, ориентированную на чистые источники энергии. Переход к ВИЭ способствует снижению углеродного следа, развитию инновационных технологий и укреплению энергетической независимости государств. Для Беларуси развитие возобновляемой энергетики открывает возможности модернизации экономики и укрепления энергетической безопасности [7].

Еще один новый тренд в экологическом движении — переработка отходов. Переработка может предотвратить захоронение потенциально полезных материалов и сократить потребление первичного сырья, тем самым снизив потребление энергии, загрязнение воздуха (от сжигания), воды, почвы (от захоронения отходов).

Каждый год на планете образуется более 2 млрд т твердых бытовых отходов, и эта цифра продолжает быстро расти. Особую опасность для природы представляют отходы пластика из-за его крайне долгого разложения.

Существует несколько основных способов переработки вторичных ресурсов, каждый из которых имеет свои особенности и технологии:

1) механическая переработка включает в себя механические процессы: такие как дробление, измельчение и сортировка, которые позволяют получить исходные материалы для дальнейшего использования (метод широко применяется для переработки металлов, пластика и стекла);

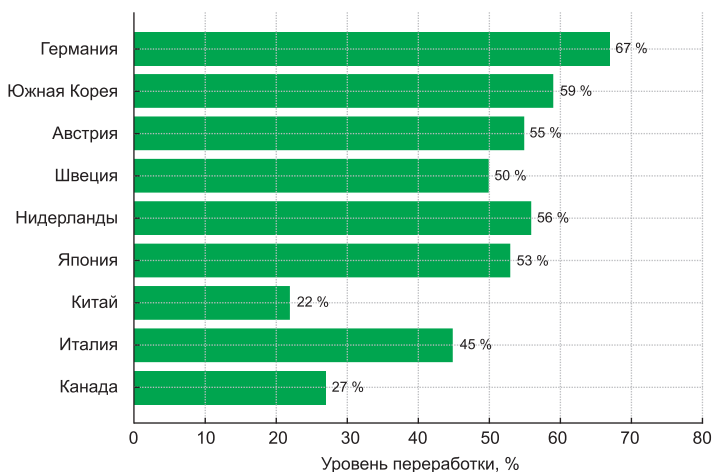
2) химическая переработка включает в себя использование химических процессов для разложения материалов на молекулярном уровне (метод часто применяется для переработки пластиковых отходов);

3) биологическая переработка основана на использовании живых организмов, таких как микроорганизмы или растения, для разложения органических отходов;

4) энергетическое использование включает в себя сжигание или другие методы термической обработки отходов для получения энергии (метод позволяет не только утилизировать отходы, но и генерировать электрическую или тепловую энергию).

Одной из главных предпосылок эффективного использования вторичных ресурсов является внедрение систем раздельного сбора отходов. Развитые страны внедряют современные методы обращения с отходами. Уровень переработки отходов в развитых странах представлен на рисунке.

Объем твердых коммунальных отходов (ТКО) в Беларуси составляет около 4 млн т ежегодно. Уровень использования ТКО вырос с 10 % 12 лет назад (2012 г.) до 7,9 % в 2024 г. — более чем в 3 раза. Рост свидетельствует о значительном прогрессе в сфере переработки и развитии системы обращения с отходами. Однако, несмотря на улучшения, большая часть отходов все еще направляется на полигоны захоронения отходов, что приводит к экономическим потерям и возрастанию давления на окружающую среду.



Уровень переработки отходов в развитых странах

Источник: собственная разработка на основе [9].

В общем, Беларусь демонстрирует устойчивый рост в переработке ТКО, но уровень использования все еще недостаточен.

Для развития back-stop-технологий необходимо расширить использование ВИЭ, стимулируя инвестиции и внедрение систем накопления энергии. Важно формировать замкнутые циклы переработки отходов, развивая автоматизированные сортировочные линии и повышая долю рециклинга. Следует активизировать внедрение химических и биологических методов переработки. Для эффективной работы системы требуется совершенствование инфраструктуры раздельного сбора отходов. Существенную роль играют повышение экологической культуры населения и развитие научных исследований.

Таким образом, современные мировые тенденции однозначно указывают на необходимость перехода к экономике, основанной на возобновляемой энергетике, безотходных технологиях и замкнутых циклах переработки. Back-stop-технологии, развитие ВИЭ и внедрение систем переработки отходов формируют единый комплекс мер, направленных на преодоление ресурсных ограничений и предотвращение экологических кризисов. Для Беларуси эти направления открывают возможности повышения энергетической независимости, модернизации промышленности и формирования экологически ориентированной экономики.

Источники

1. Packaging consumption decreased in 2022 and recycling rate increased slightly // Umweltbundesamt (UBA). — URL: <https://www.umweltbundesamt.de/en/>

press/pressinformation/packaging-consumption-decreased-in-2022-recycling (date of access: 05.11.2025).

2. Global Snapshot of Solid Waste Management toward Circularity until 2050 // World Bank Group. — URL: <https://www.worldbank.org/en/publication/what-a-waste> (date of access: 05.11.2025).

3. Об утверждении Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь // Министерство энергетики Республики Беларусь. — URL: https://minenergo.gov.by/dfiles/000608_512413_Kontseptsija.pdf (дата обращения: 05.11.2025).

4. Renewable energy statistics 2024 // IRENA. — URL: <https://www.irena.org/Publications/2024/Jul/Renewable-energy-statistics-2024> (date of access: 05.11.2025).

5. Global Electricity Mid-Year Insights 2025 // EMBER. — URL: <https://ember-energy.org/latest-insights/global-electricity-mid-year-insights-2025/> (date of access: 05.11.2025).

6. Беларусь: Генерация возобновляемой энергии // TheGlobalEconomy.com. — URL: https://ru.theglobaleconomy.com/Belarus/renewable_power_generation/ (дата обращения: 04.11.2025).

7. *Киселёв, В. П.* Возобновляемая энергетика: современные тенденции и перспективы развития / В. П. Киселёв, А. В. Романов. — Мн. : БГУИР, 2021. — 152 с.

8. Renewable readiness report for Belarus // REGlobal. — URL: <https://reglobal.org/renewable-readiness-report-for-belarus/> (date of access: 04.11.2025).

9. Рейтинг стран по уровню переработки отходов // NoNews. — URL: <https://nonews.co/directory/lists/countries/recycling> (дата обращения: 05.11.2025).