

Research paper / Оригинальная статья
<https://doi.org/10.51176/1997-9967-2024-3-44-59>
МРНТИ 44.01.17
JEL: F21, Q42, Q58



The Impact of International Cooperation on the Development of Renewable Energy Sources in Kazakhstan

Assem S. Smagulova^a, Gaukhar K. Kenzhegulova^{b*}, Zaira T. Satpayeva^b, Aida M. Myrzakhmetova^a, Aida T. Yerimpasheva^a

^a Al-Farabi Kazakh National University, 71 Al-Farabi ave., Almaty, Kazakhstan; ^b Institute of Economics CS MSHE RK, 28 Shevchenko str., Almaty, Kazakhstan

For citation: Smagulova, A.S., Kenzhegulova, G. K., Satpayeva, Z. T., Myrzakhmetova, A.M. & Yerimpasheva, A.T. (2024). The Impact of International Cooperation on the Development of Renewable Energy Sources in Kazakhstan. *Economy: strategy and practice*, 19(3), 44-59, <https://doi.org/10.51176/1997-9967-2024-3-44-59>

ABSTRACT

In recent decades, renewable energy sources (hereinafter - RES) have become an increasingly important component of global energy policy, especially in the context of the need for sustainable development and the fight against climate change. This study analyzes the role of international cooperation in the development of RES in Kazakhstan and assesses its impact on national strategies for reducing greenhouse gas emissions and transitioning to sustainable energy. The research employs cluster analysis to identify groups of partner countries with similar energy and environmental profiles, complemented by Ward's dendrogram and scenario analysis to predict the future directions of international cooperation. Data from the Bureau of National Statistics of the Republic of Kazakhstan, including greenhouse gas emissions, the share of renewable energy in total energy consumption, water resource availability, fuel exports, and energy intensity, were utilized. Three main clusters were identified: countries with advanced technologies in the field of RES, countries with emerging RES markets, and countries focused on hydrocarbon exports but seeking to diversify their energy resources. Cluster analysis revealed that Kazakhstan falls into the group with high energy intensity and a low share of RES in the energy balance (1.8%). Scenario analysis demonstrated that with active international cooperation, the share of RES in Kazakhstan could increase to 10-12% by 2030, and energy intensity could decrease, leading to a reduction in CO₂ emissions. For future research, an in-depth analysis of Kazakhstan's international cooperation in the field of renewable energy sources with an emphasis on regional specifics is recommended.

KEYWORDS: International Cooperation, Renewable Energy, Greenhouse Gas Emissions, Green Economy, Energy Policy, Energy Intensity, Sustainable Development

CONFLICT OF INTEREST: The authors declare that there is no conflict of interest

FINANCIAL SUPPORT: The study was not sponsored (own resources).

Article history:

Received 17 July 2024

Accepted 19 August 2024

Published 30 September 2024

* **Corresponding author: Kenzhegulova G.K.** – PhD candidate, Research Scientist, Institute of Economics CS MSHE RK, 28 Shevchenko str., Almaty, Kazakhstan, 87014522521, email: gaukhar.kenzhegulova@gmail.com

Влияние международного сотрудничества на развитие возобновляемых источников энергии в Казахстане

Смагулова А.С.^а, Кенжегулова Г.К.^{б*}, Сатпаева З.Т.^б, Мырзахметова А.М.^а, Еримпашева А.Т.^а

^аКазахский национальный университет им. аль-Фараби, пр. аль-Фараби 71, Алматы, Казахстан; ^бИнститут экономики КН МНВО РК, ул. Шевченко 28, Алматы, Казахстан

Для цитирования: Смагулова А.С., Кенжегулова Г.К., Сатпаева З.Т., Мырзахметова А.М., Еримпашева А.Т. (2024). Влияние международного сотрудничества на развитие возобновляемых источников энергии в Казахстане. Экономика: стратегия и практика, 19(3), 44-59, <https://doi.org/10.51176/1997-9967-2024-3-44-59>

АННОТАЦИЯ

В последние десятилетия возобновляемые источники энергии (далее - ВИЭ) становятся все более важным компонентом глобальной энергетической политики, особенно в условиях необходимости устойчивого развития и борьбы с изменением климата. Настоящее исследование направлено на анализ роли международного сотрудничества в развитии ВИЭ в Казахстане и оценку его влияния на достижение национальных стратегий по снижению выбросов парниковых газов и переходу к устойчивому энергетическому развитию. В исследовании применены методы кластерного анализа для выделения групп стран-партнеров по схожим энергетическим и экологическим показателям, метод кластерного анализа, а также дендограмма Варда и сценарный анализ для прогнозирования направлений развития международного сотрудничества. В исследовании использовались данные Бюро национальной статистики Республики Казахстан по выбросам парниковых газов, доле возобновляемой энергии в общем энергопотреблении, доступности водных ресурсов, экспорту топлива и энергоёмкости экономики. Были идентифицированы три основных кластера: страны с высоким уровнем технологий в области ВИЭ, страны с развивающимися рынками ВИЭ и страны, ориентированные на экспорт углеводородов, но стремящиеся к диверсификации энергоресурсов. Кластерный анализ показал, что Казахстан оказался в группе с высокой энергоёмкостью и низкой долей ВИЭ в энергобалансе (1,8%). Сценарный анализ продемонстрировал, что при активном международном сотрудничестве доля ВИЭ в Казахстане может увеличиться до 10-12% к 2030 г., а энергоёмкость снизится, что приведет к сокращению выбросов CO₂. Для будущих исследований рекомендуется углубленный анализ международного сотрудничества Казахстана в области возобновляемых источников энергии с акцентом на региональные особенности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: международное сотрудничество, возобновляемые источники энергии, выбросы парниковых газов, зеленая экономика, энергетическая политика, энергоёмкость, устойчивое развитие

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

ФИНАНСИРОВАНИЕ: исследование не спонсировалось (собственные ресурсы).

История статьи:

Получено 17 июля 2024

Принято 19 августа 2024

Опубликовано 30 сентября 2024

* **Корреспондирующий автор:** Кенжегулова Г.К. – PhD докторант, научный сотрудник, Институт экономики КН МНВО РК, ул. Шевченко 28, Алматы, Казахстан, 87014522521, email: gaukhar.kenzhegulova@gmail.com

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия возобновляемые источники энергии (ВИЭ) стали важным компонентом глобальной энергетической политики, играя ключевую роль в устойчивом развитии и охране окружающей среды. Кроме того, ВИЭ предоставляют возможность сократить зависимость от ископаемых видов топлива, снизить выбросы парниковых газов и обеспечить долгосрочную энергетическую безопасность. Повышенная озабоченность по поводу изменения климата, истощения ископаемых ресурсов и необходимости снижения зависимости от импорта энергоресурсов стимулирует многие страны к поиску альтернативных решений. Казахстан, обладая значительными запасами углеводородов, сталкивается с необходимостью модернизации своей энергетической инфраструктуры и перехода на более устойчивые источники энергии. Несмотря на статус одного из крупнейших производителей и экспортеров углеводородов в Центральной Азии, страна осознает необходимость диверсификации экономики и энергетического сектора, что подкреплено международными обязательствами, такими как Парижское соглашение по климату. В рамках этого соглашения Казахстан обязался сократить выбросы парниковых газов на 15% от уровня 1990 г. к 2030 г. и увеличить долю ВИЭ в общем объеме производства электроэнергии до 15%. Существующие программы и проекты по внедрению ВИЭ, такие как строительство солнечных и ветровых электростанций, уже демонстрируют положительные результаты, однако для достижения амбициозных целей, необходимы более решительные и масштабные действия.

Так, в условиях глобальных климатических обязательств и национальных стратегий по снижению углеродного следа вопрос развития ВИЭ становится для Казахстана все более актуальным. Внедрение технологий ВИЭ в энергетический сектор страны способно не только изменить его структуру, но и существенно сократить углеродный след, что будет способствовать выполнению международных обязательств и укреплению позиции Казахстана как ответственного участника глобальной экологической повестки. Оно включает в себя трансфер технологий, привлечение инвестиций, обмен знаниями, а также участие в глобальных инициативах. Казахстан уже заключил несколько двусторонних соглашений с такими странами, как Германия, Китай и США, а также

активно взаимодействует с международными организациями, включая Всемирный банк и Европейский банк реконструкции и развития. Одним из успешных примеров трансфера технологий является проект строительства солнечной электростанции мощностью 100 МВт в Карагандинской области, реализуемый в сотрудничестве с китайской компанией China Power International Development.

Таким образом, развитие ВИЭ в Казахстане приобретает стратегическое значение, как в контексте выполнения международных климатических обязательств, так и для долгосрочного устойчивого развития страны. Однако, несмотря на достигнутые успехи, перед Казахстаном стоят значительные вызовы, связанные с необходимостью ускорения процесса декарбонизации, совершенствования нормативно-правовой базы и создания благоприятных условий для дальнейшего роста сектора ВИЭ. В этом контексте требуется не только привлечение внешних инвестиций и передовых технологий, но и активизация научных исследований и разработки собственных инновационных решений. Цель данного исследования заключается в оценке роли международного сотрудничества в развитии ВИЭ в Казахстане и оценку его влияния на достижение национальных стратегий по снижению выбросов парниковых газов и переходу к устойчивому энергетическому развитию.

ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

В последние десятилетия вопросы энергетической безопасности и устойчивого развития приобрели центральное значение в глобальной повестке дня. Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) сыграли ключевую роль в переходе к устойчивой энергетике, что особенно актуализировалось на фоне растущей обеспокоенности по поводу изменения климата, истощения природных ресурсов и нестабильности мировых энергетических рынков (Omer, 2008; Vazmi & Zahedi, 2011; Kallair et al., 2021).

В процессе изучения развития ВИЭ важным становился анализ таких ключевых показателей, как выбросы парниковых газов, доля ВИЭ в общем энергопотреблении, внутренние возобновляемые водные ресурсы, экспорт топлива и энергоемкость экономики. Solomon и Krishna (2011) подчеркивали, что исторический контекст и стратегии перехода к устойчивой энергетике играли важную роль

в формировании глобальной политики в этой области. Они проанализировали опыт различных стран, демонстрируя, как интеграция ВИЭ в энергетические системы могла способствовать решению проблем изменения климата и обеспечению энергетической безопасности. В своей работе Cantarero (2020) акцентировал внимание на необходимости ускорения энергетического перехода в развивающихся странах, где ВИЭ могли стать основой для достижения целей устойчивого развития, несмотря на существующие экономические и институциональные барьеры. Аналогичным образом, Kabeyi и Olanrewaju (2022) рассматривали устойчивый энергетический переход через призму возобновляемых и низкоуглеродных технологий, подчеркивая важность их внедрения для смягчения последствий климатических изменений и снижения зависимости от ископаемого топлива.

Выбросы парниковых газов (kt CO₂) являются критическим показателем экологической устойчивости, отражающим объем углекислого газа, выбрасываемого в атмосферу. Данный показатель играет ключевую роль в оценке воздействия энергетического сектора на окружающую среду (Kaugusuz, 2009; Mac Kinnon et al., 2018). Доля возобновляемой энергии в общем энергопотреблении показывает степень интеграции ВИЭ в энергетическую систему страны и демонстрирует приверженность экологически чистым технологиям. Внутренние возобновляемые водные ресурсы на душу населения (кубические метры) являются важным фактором для развития гидроэнергетики, которая представляет собой одну из ключевых составляющих ВИЭ (Tsai et al., 2018; Panagoroulos, 2021).

Экспорт топлива характеризует зависимость экономики страны от ископаемого топлива и может служить индикатором ее готовности к переходу на ВИЭ. Экономики, сильно зависящие от экспорта ископаемого топлива, сталкиваются с особыми вызовами в процессе перехода к низкоуглеродной экономике. Van der Ploeg и Withagen (2012, 2014) подчеркивали необходимость введения углеродного налога для стимулирования перехода к возобновляемым источникам энергии, особенно в странах, где значительная часть доходов поступает от экспорта нефти и газа. В таких экономиках снижение выбросов углекислого газа сопряжено с высокими экономическими рисками и сопротивлением со стороны отраслей, зависящих от ископаемого топлива (Haite, 2018; Singh et al., 2019).

Howie и Atakhanova (2022) указывали, что страны с высокой зависимостью от экспорта ископаемого топлива, такие как Казахстан, сталкиваются с дополнительными трудностями при поддержке и реализации эффективных систем торговли выбросами (ETS). Их анализ показывает, что существующие экономические условия, а также давление со стороны доминирующих государственных предприятий могут значительно ограничивать эффективность ETS в достижении целей по снижению выбросов. В свою очередь, Peszko et al. (2020) отметили, что для успешной декарбонизации в таких странах требуется не только диверсификация экономики, но и разработка специализированных стратегий, учитывающих уникальные экономические и социальные условия этих государств.

Энергоемкость экономики отражает эффективность использования энергии в производственных процессах и указывает на потенциал для улучшения энергоэффективности. Tanaka (2008) определили энергетическую интенсивность как важный индикатор для оценки энергоэффективности в промышленности. Исследования также рассматривают связь между ростом энергетической интенсивности и процессами механизации в производственном секторе. Jian Chai et al. (2009) анализировали колебания энергетической интенсивности в Китае, связывая их с изменениями в структуре экономики и характере потребления энергии в промышленности. Reddy и Ray (2011) выявили, что в некоторых секторах обрабатывающей промышленности Индии, несмотря на общее улучшение энергоэффективности, наблюдается рост энергетической интенсивности, что связано с процессами механизации. Fan et al. (2017) показали, что повышение энергоэффективности способствует улучшению финансовых показателей китайских энергоемких предприятий, что подчеркивает экономическую выгоду от снижения энергетической интенсивности.

Международное сотрудничество в области ВИЭ приобретает все большее значение в условиях глобализации и растущей потребности в устойчивом развитии (Brockway et al., 2019; Gielen et al., 2019; Aien & Mahdavi, 2020). ВИЭ не только помогают уменьшить зависимость от ископаемого топлива, но и открывают новые возможности для технологического обмена, привлечения инвестиций и создания рабочих мест в «зеленой» экономике. Международные партнерства могут значительно ускорить переход к ВИЭ, способствуя обмену передовыми

технологиями, улучшению регуляторной среды и обеспечению доступа к международным рынкам капитала. Особенно важным является кластеризация стран по ключевым энергетическим и экологическим показателям, что позволяет выявить наиболее перспективные направления для сотрудничества и обмена опытом.

В Казахстане развитие возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и международное сотрудничество в этой области приобретают все большую актуальность. Несмотря на значительный потенциал страны в области ВИЭ, развитие этого сектора сталкивается с рядом серьезных проблем, таких как ограниченные внутренние инвестиции, высокая энергоемкость экономики и значительная зависимость от экспорта ископаемого топлива. В этом контексте международное сотрудничество рассматривается, как ключевой фактор, способный существенно ускорить развитие ВИЭ в Казахстане.

Уникальность данного исследования заключается в том, что впервые проводится оценка текущего состояния и перспектив развития международного сотрудничества Казахстана в области ВИЭ с использованием кластерного и сценарного анализа. Такой подход позволяет более глубоко понять потенциал страны в этой сфере и определить наиболее эффективные стратегии взаимодействия. Таким образом, целью данного исследования является оценка текущего состояния и перспектив развития международного сотрудничества Казахстана в области ВИЭ. Анализ основывается на изучении ключевых энергетических и экологических показателей, таких как выбросы парниковых газов, доля ВИЭ в энергобалансе и энергоемкость экономики. Данное исследование

позволит выявить наиболее перспективные направления международного взаимодействия и определить ключевые страны-партнеры для Казахстана в переходе к устойчивой энергетике.

МЕТОДОЛОГИЯ

В рамках анализа международного сотрудничества Казахстана в области возобновляемых источников энергии были выбраны ключевые страны и регионы, исходя из их значительной доли в экспорте и импорте Казахстана. Основными партнерами в этом контексте выступают Европа и Центральная Азия (68,01% импорта и 72,72% экспорта), Китай (16,50% импорта), а также Восточная Азия и Тихоокеанский регион (23,69% импорта и 19,20% экспорта). Эти страны и регионы играют важную роль в обеспечении Казахстана товарами и услугами, а также являются важными рынками сбыта казахстанской продукции, что делает их потенциально ключевыми партнерами в сфере возобновляемых источников энергии.

В целом, для проведения данного исследования были использованы различные количественные и качественные показатели, отражающие уровень развития и потенциал международного сотрудничества в области ВИЭ. Исходные данные включают показатели доли импорта и экспорта по основным странам и регионам, а также информацию о текущем состоянии и развитии возобновляемых источников энергии в Казахстане и среди его международных партнеров. Такой подход позволяет получить комплексное представление о текущем состоянии и перспективах развития международного сотрудничества в этой области. В таблице 1 представлены ключевые показатели, использованные в данном исследовании.

Таблица 1. Показатели экологической эффективности

Table 1. Indicators of environmental performance

№	Название показателя	Единица измерения
1	Выбросы парниковых газов	kt CO ₂
2	Доля возобновляемой энергии в общем энергопотреблении	%
3	Внутренние возобновляемые водные ресурсы на душу населения	кубические метры
4	Экспорт топлива (% от экспорта товаров)	%
5	Энергоемкость экономики	MJ/\$2017 PPP GDP
6	Экспорт руд и металлов (% от экспорта товаров)	%

Примечание: составлено авторами

Выбор этих показателей был обусловлен необходимостью проведения комплексной оценки состояния и перспектив развития энергетической системы Казахстана в условиях международного сотрудничества в области ВИЭ. Показатели, такие как выбросы парниковых газов, доля ВИЭ в энергобалансе, энергоёмкость экономики и доступность водных ресурсов, позволяют оценить уровень экологической устойчивости, эффективность использования энергии и степень интеграции ВИЭ в энергосистему страны. Эти данные также помогают выявить ключевые направления для улучшений и развития международного сотрудничества, что особенно важно в условиях глобальных усилий по снижению углеродного следа и продвижению устойчивых источников энергии. Метод локтя был использован для определения оптимального количества кластеров в задачах кластеризации, таких как K-means. Этот метод анализирует изменение инерции (внутрикластерного разброса) в зависимости от числа кластеров. Инерция отражает сумму квадратов расстояний между точками внутри каждого кластера и их центроидами. По мере увеличения числа кластеров инерция уменьшается, так как каждый кластер становится более компактным. Оптимальное число кластеров выбирается на основе точки перегиба на графике инерции, где добавление нового кластера приводит к незначительному снижению инерции.

При кластеризации данных о международном сотрудничестве Казахстана в области ВИЭ был использован анализ центроидов. Центроиды представляют собой средние значения характеристик для каждого кластера, что позволяет выявить общие тенденции и типичные значения показателей в разных группах стран. В данном исследовании центроиды помогли выделить ключевые различия между странами, такие как уровень выбросов парниковых газов, доля ВИЭ в энергобалансе и энергоёмкость экономики. Это позволило сгруппировать страны с похожими характеристиками и определить потенциальные направления для углубления сотрудничества.

Дендограмма Варда была использована для визуализации процесса объединения данных в кластеры на различных уровнях схожести. В контексте исследования международного сотрудничества Казахстана в области возобновляемых источников энергии этот метод позволил выявить скрытые паттерны и структуры в данных. Дендограмма Варда

показала, как страны объединяются в группы на основе энергетических и экологических показателей, таких как выбросы CO₂, потребление возобновляемой энергии и энергоёмкость. Результаты анализа позволили разделить страны на несколько кластеров, каждый из которых характеризуется своими уникальными особенностями и вызовами в области ВИЭ.

Сценарный анализ был применен для прогнозирования возможных направлений развития международного сотрудничества Казахстана в области ВИЭ. Были разработаны три сценария: активное сотрудничество, ограниченное сотрудничество и негативное развитие. Каждый из сценариев был смоделирован с учетом текущих тенденций, исторических данных и возможных изменений в уровне международного взаимодействия. Этот подход позволил предсказать возможные последствия различных сценариев для развития ВИЭ в Казахстане и предложить стратегические рекомендации для их реализации.

АНАЛИЗ

Анализ текущей ситуации и перспектив развития ВИЭ в Казахстане требует комплексного подхода, включающего рассмотрение различных экономических и экологических факторов. В рамках данного исследования была проведена кластеризация стран по ключевым показателям, таким как выбросы парниковых газов, доля возобновляемой энергии в энергобалансе и энергоёмкость экономики. Этот подход позволил выделить основные группы стран, характеризующиеся схожими особенностями в развитии ВИЭ и воздействии на окружающую среду. Анализ текущей ситуации в Казахстане выявил устойчивую зависимость экономики от ископаемого топлива и низкую долю ВИЭ, что создает серьезные вызовы для устойчивого развития страны. На основе этих данных были разработаны три сценария развития международного сотрудничества в области ВИЭ, каждый из которых отражает возможные пути экономического и экологического развития Казахстана в зависимости от уровня международных инвестиций и технологического обмена. В ходе анализа данных о международном сотрудничестве Казахстана в области возобновляемых источников энергии на рисунке 1 был использован метод локтя для определения оптимального количества кластеров.

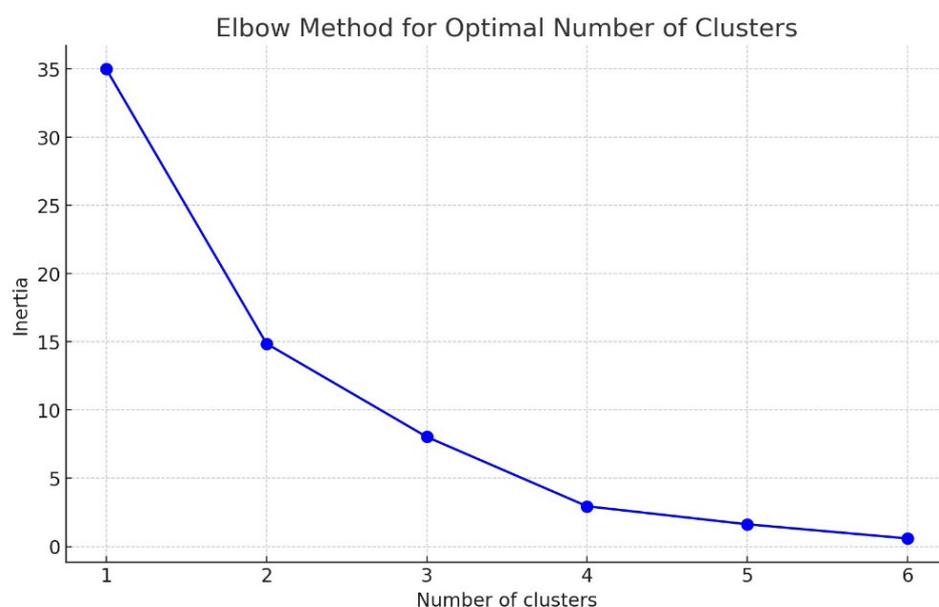


Рисунок 1. Определение оптимального количества кластеров с использованием метода Elbow

Figure 1. Determining the optimal number of clusters using the Elbow method

В результате построения графика зависимости инерции от числа кластеров было установлено, что оптимальное количество кластеров находится в диапазоне от двух до трех. При использовании двух или трех кластеров достигается наиболее значительное снижение внутрикластерной инерции, после чего темп ее уменьшения существенно замедляется. На основании этих данных было принято решение

использовать три кластера для дальнейшего анализа. Такое количество кластеров позволяет эффективно разделить страны и регионы на группы с различными характеристиками по выбранным показателям, обеспечивая адекватное представление о структуре данных и сохранение значимой интерпретации результатов.

Далее, в таблице 2 представлены результаты расчётов центроидов для трёх кластеров.

Таблица 2. Индикаторы центроидов трех кластеров

Table 2. Indicators of the centroids of three clusters

Кластер	Общие выбросы парниковых газов	Потребление возобновляемой энергии	Внутренние возобновляемые водные ресурсы на душу населения	Экспорт топлива	Энергоемкость первичной энергии
1	1,278,304	2.75	16,559.35	49.86	6.99
2	11,220,710	14.93	4,670.37	3.91	5.16
3	341,738	14.70	1,850.53	4.80	2.76

Примечание: составлено авторами

Кластер 1.

- Общие выбросы парниковых газов. Этот кластер включает страны с умеренными выбросами парниковых газов (в среднем 1,278,304 kt CO₂). Хотя уровень выбросов не самый высокий среди всех кластеров, он остается значительным.

- Потребление возобновляемой энергии.

Показатель потребления возобновляемой энергии составляет всего 2.75%, что свидетельствует о низкой степени интеграции ВИЭ в энергобаланс стран данного кластера.

- Водные ресурсы. В странах этого кластера наблюдается высокий уровень возобновляемых

внутренних водных ресурсов на душу населения (16,559.35 куб. метров), что указывает на их богатство природными ресурсами.

- Экспорт топлива. Доля экспорта топлива в общем экспорте составляет 49.86%, что делает этот кластер сильно зависимым от торговли ископаемыми видами топлива.

- Энергоемкость. Страны этого кластера характеризуются высокой энергоемкостью (6.99 MJ/\$2017 PPP GDP), что указывает на менее эффективное использование энергии в экономике.

Кластер 2.

- Общие выбросы парниковых газов. Этот кластер включает страны с очень высокими выбросами парниковых газов (в среднем 11,220,710 kt CO₂). Это свидетельствует о значительном влиянии этих стран на глобальное изменение климата.

- Потребление возобновляемой энергии. Показатель потребления возобновляемой энергии составляет 14.93%, что отражает умеренный уровень использования ВИЭ.

- Водные ресурсы. В странах этого кластера доступ к возобновляемым водным ресурсам составляет 4,670.37 куб. метров на душу населения, что является средним показателем.

- Экспорт топлива. Доля экспорта топлива в общем экспорте составляет 3.91%, что указывает на относительно низкую зависимость от экспорта ископаемого топлива.

- Энергоемкость. Страны этого кластера имеют умеренную энергоемкость (5.16 MJ/\$2017 PPP GDP), что указывает на средний уровень энергоэффективности.

Кластер 3.

- Общие выбросы парниковых газов. Этот кластер включает страны с низкими выбросами парниковых газов (в среднем 341,738 kt CO₂), что указывает на их незначительное влияние на глобальное потепление.

- Потребление возобновляемой энергии. Показатель потребления возобновляемой энергии составляет 14.70%, что свидетельствует о высокой интеграции ВИЭ в энергобаланс стран данного кластера.

- Водные ресурсы. В странах этого кластера доступ к возобновляемым водным ресурсам на душу населения составляет 1,850.53 куб. метров, что является наиболее низким показателем среди всех кластеров, что может ограничивать их возможности для развития гидроэнергетики.

- Экспорт топлива. Доля экспорта топлива в общем экспорте составляет 4.80%, что указывает на умеренную зависимость от экспорта ископаемого топлива.

- Энергоемкость. Этот кластер характеризуется самой низкой энергоемкостью (2.76 MJ/\$2017 PPP GDP), что свидетельствует о высокой энергоэффективности стран.

Результаты кластерного анализа показывают значительное разнообразие среди стран и регионов в отношении выбросов парниковых газов, потребления возобновляемой энергии, уровня водных ресурсов, зависимости от экспорта топлива и энергоемкости. Такие различия свидетельствуют о том, что каждая группа стран требует индивидуального подхода при разработке стратегий международного сотрудничества в области возобновляемых источников энергии.

Далее, была построена дендограмма с использованием метода Варда, которая демонстрирует, как различные страны группируются в кластеры в зависимости от их сходства по ключевым экономическим и экологическим показателям. Метод Варда минимизирует внутрикластерную дисперсию на каждом этапе объединения, что делает его особенно полезным для анализа экономических данных (рисунок 2).

На основе дендограммы, было определено оптимальное количество кластеров — три, что соответствует результатам, полученным с помощью метода локтя. Каждый кластер представляет собой группу стран, которые схожи по уровню выбросов парниковых газов, потреблению возобновляемой энергии, доступности водных ресурсов, доле экспорта топлива и энергоемкости.

Первый кластер включает страны, характеризующиеся умеренными выбросами парниковых газов и высокой зависимостью от экспорта ископаемого топлива. Такие страны играют важную роль на международных рынках углеводородов, что делает их экономику уязвимой к колебаниям цен на нефть и газ. Высокий уровень энергоемкости, то есть большое потребление энергии на единицу ВВП, указывает на низкую эффективность использования энергии в этих странах. Это может быть связано с устаревшими технологиями, отсутствием современных энергоэффективных производств и высоким уровнем энергетических потерь.

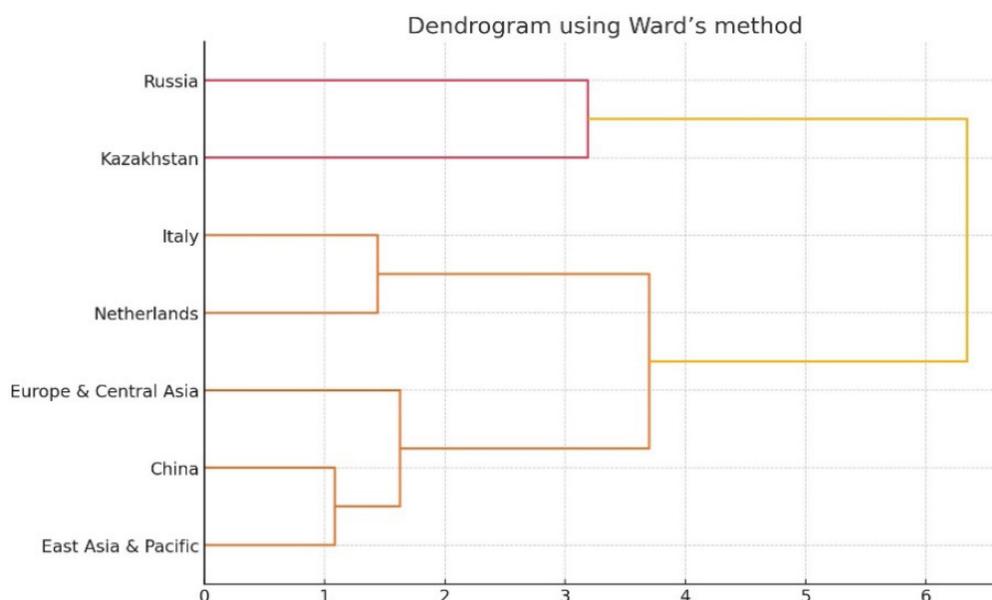


Рисунок 2. Дендограмма Варда
Figure 2. Ward's Dendrogram

Экономики этих стран в значительной степени зависят от экспорта сырьевых ресурсов. С одной стороны, это обеспечивает значительный приток валютных доходов, но с другой — делает их уязвимыми перед сырьевыми шоками и колебаниями мировых цен на энергоносители. Однако наличие значительных природных ресурсов, таких как вода и земля, открывает возможности для диверсификации энергетического сектора и развития возобновляемых источников энергии, в частности гидроэнергетики. В условиях растущего глобального спроса на чистую энергию эти страны могут воспользоваться своими природными преимуществами для перехода к более устойчивой энергетической модели, снижая зависимость от ископаемого топлива.

Второй кластер объединяет страны с крайне высокими выбросами парниковых газов и умеренным уровнем потребления возобновляемой энергии. Эти страны, вероятно, имеют крупные промышленные комплексы, ориентированные на энергоемкое производство, что объясняет высокий уровень выбросов. Однако умеренное потребление возобновляемой энергии свидетельствует о наличии уже существующих инициатив и инфраструктуры в области ВИЭ, которые, однако, пока недостаточно развиты для значительного снижения углеродного следа.

Средний уровень энергоемкости указывает на то, что эти страны уже предприняли шаги по улучшению энергоэффективности, но все еще обладают значительным потенциалом для дальнейшего прогресса. Повышение энергоэффективности, внедрение современных технологий и увеличение доли ВИЭ могут способствовать значительному сокращению выбросов и укреплению энергетической безопасности. Низкая зависимость от экспорта топлива делает эти экономики менее уязвимыми к колебаниям цен на сырьевые товары, что обеспечивает им дополнительную гибкость и устойчивость на международных рынках. Эти страны обладают потенциалом стать лидерами в переходе на зеленую экономику, используя свои технологические и экономические возможности.

Третий кластер включает страны с низкими выбросами парниковых газов и высокой долей возобновляемой энергии в общем энергопотреблении. Данные страны уже продвинулись в интеграции ВИЭ в свои энергетические системы, что свидетельствует о высоком уровне развития технологий и политической приверженности устойчивому развитию. Высокая энергоэффективность их экономик указывает на значительный прогресс в области оптимизации энергетических процессов и внедрения инновационных технологий. Кроме того, эти страны демонстрируют способность

эффективно использовать доступные ресурсы, что позволяет им минимизировать энергетические потери и снижать углеродный след.

Ограниченные водные ресурсы могут стать сдерживающим фактором для дальнейшего развития гидроэнергетики, что требует поиска альтернативных возобновляемых источников энергии, таких как солнечная и ветровая энергия. Умеренная зависимость от экспорта топлива свидетельствует о сбалансированности экономик этих стран, делая их менее уязвимыми к внешним шокам и колебаниям мировых цен на энергоносители. В долгосрочной перспективе эти страны могут сосредоточиться на экспорте технологий и опыта в области ВИЭ, укрепляя свои позиции на глобальном рынке устойчивой энергетики.

Таким образом, экономический анализ кластеров показывает, что каждая группа

стран имеет свои уникальные особенности и вызовы, связанные с их текущей энергетической и экологической ситуацией. Странам первого кластера следует сосредоточиться на диверсификации своей экономики и повышении энергоэффективности, используя свои природные ресурсы для развития ВИЭ. Страны второго кластера обладают значительным потенциалом для улучшения энергоэффективности и снижения выбросов, в то время как страны третьего кластера могут продолжить развивать свои достижения в области ВИЭ, несмотря на ограниченность водных ресурсов. Это может стать основой для разработки дифференцированных стратегий международного сотрудничества, направленных на поддержку устойчивого энергетического перехода в этих странах.

На рисунке 3 представлена динамика выбросов парниковых газов.

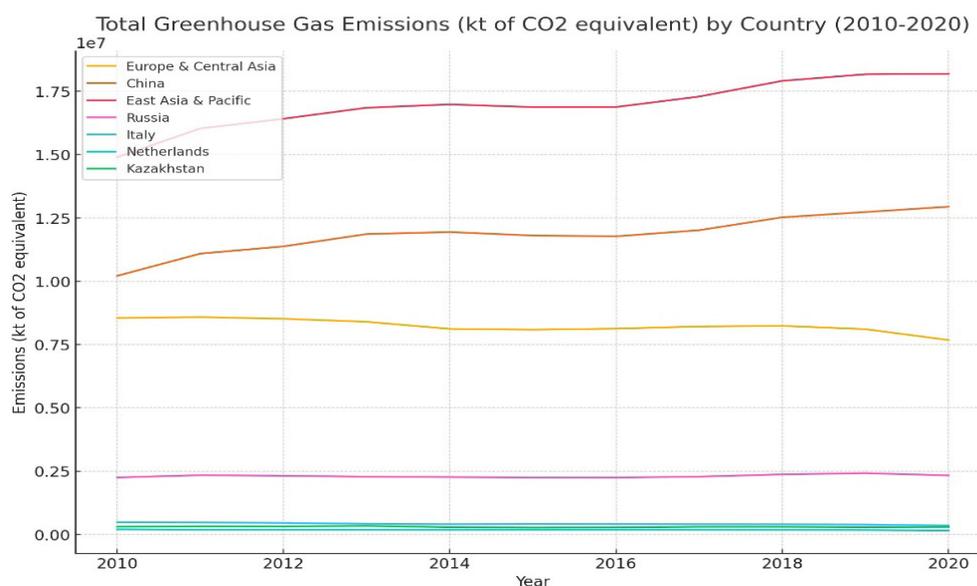


Рисунок 3. Выбросы парниковых газов
Figure 3. Greenhouse gas emissions

Примечание: составлено авторами на основе Bureau of National Statistics (2022)

Анализ динамики выбросов парниковых газов показывает, что Казахстан поддерживает относительно стабильные уровни выбросов в течение исследуемого периода, варьирующиеся около 300,000 kt CO₂ в год. Эти выбросы составляют примерно 1,65% от выбросов Восточной Азии и около 2,32% от выбросов Китая, что значительно ниже допустимого

порога для таких крупных регионов. В то время как Казахстан сохраняет свои выбросы на стабильном уровне, выбросы в Китае и Восточной Азии продолжают расти, что отражает их более высокую зависимость от углеродоемких технологий и активное промышленное развитие. Это отражает ускоренный рост промышленного сектора и активное использование ископаемого

топлива в данных регионах, что подчеркивает их более высокую степень зависимости от углеродоемких технологий. В сравнении с ними Казахстан имеет меньший углеродный след, что открывает возможности для внедрения и

расширения использования низкоуглеродных технологий.

Далее, на рисунке 4 показана динамика потребления возобновляемой энергии.

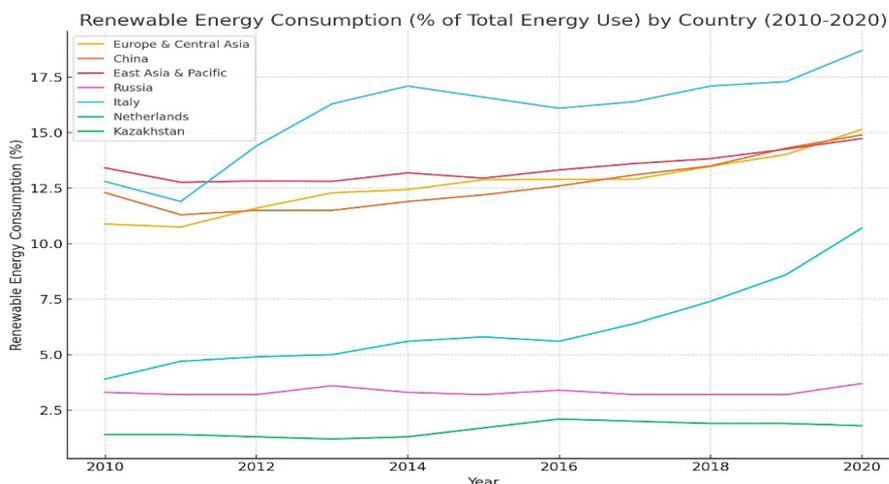


Рисунок 4. Потребление возобновляемой энергии
Figure 4. Renewable Energy Consumption

Примечание: составлено авторами на основе Bureau of National Statistics (2022)

Динамика потребления возобновляемой энергии в Казахстане указывает на низкую долю ВИЭ в энергобалансе страны, которая составляет около 1,8% к 2020 г. Это значительно ниже допустимого порога, установленного для других стран, таких как Италия (18,7%) и Восточная Азия (14,74%). Эти показатели свидетельствуют о том, что Казахстан отстает в области интеграции возобновляемых источников энергии в национальную энергосистему.

В то время как страны, такие как Италия, демонстрируют устойчивый рост доли ВИЭ, Казахстан сталкивается с необходимостью активного развития этого сектора для достижения глобальных целей по декарбонизации и уменьшению своей зависимости от ископаемого топлива.

Далее, на рисунке 5 показана динамика энергоёмкости экономики.

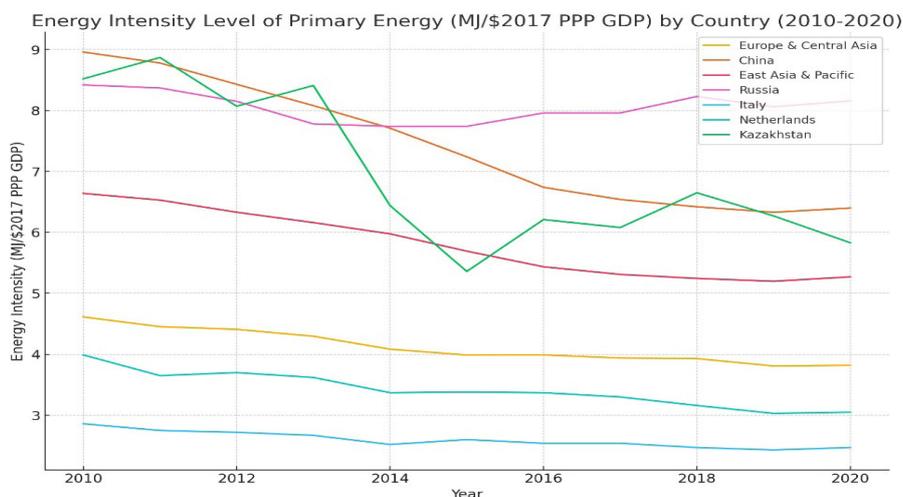


Рисунок 5. Энергоёмкость экономики
Figure 5. Energy Intensity of the Economy

Примечание: составлено авторами на основе Bureau of National Statistics (2022)

Динамика энергоёмкости экономики Казахстана вызывает озабоченность. В 2020 г. энергоёмкость составила 5,83 MJ/\$2017 PPP GDP, что значительно выше допустимого порога, установленного для таких стран, как Италия (2,47 MJ/\$2017 PPP GDP) и Нидерланды (3,05 MJ/\$2017 PPP GDP). Высокая энергоёмкость свидетельствует о неэффективном использовании энергетических ресурсов в экономике Казахстана, что требует проведения структурных реформ и внедрения энергоэффективных технологий. Снижение энергоёмкости может привести к значительным экономическим выгодам, включая сокращение затрат на энергию и уменьшение выбросов парниковых газов.

Анализ динамики ключевых экономических и экологических показателей показывает, что Казахстан сталкивается с рядом вызовов в области энергоэффективности и внедрения возобновляемых источников энергии. Низкая доля ВИЭ в энергобалансе и высокая энергоёмкость экономики требуют значительных усилий для модернизации энергетического сектора и достижения устойчивого роста. В то же время, относительно стабильные

выбросы парниковых газов создают основу для планомерного перехода к низкоуглеродной экономике, что может стать фундаментом для успешного международного сотрудничества. Эти данные подчеркивают необходимость разработки стратегий по улучшению энергоэффективности и увеличению доли ВИЭ, что будет способствовать долгосрочной устойчивости и экономической стабильности Казахстана.

Далее приведен анализ сценариев развития международного сотрудничества в области ВИЭ в Казахстане. Анализ динамики выбросов парниковых газов, потребления возобновляемой энергии и энергоёмкости экономики Казахстана позволяет выделить три возможных сценария развития международного сотрудничества в области ВИЭ. Эти сценарии основаны на текущих данных и прогнозах, которые учитывают различные уровни взаимодействия Казахстана с международными партнерами.

На рисунке 6 приведен сценарий 1, который демонстрирует активное сотрудничество и значительное увеличение доли ВИЭ, снижение энергоёмкости экономики и сокращение выбросов CO₂.

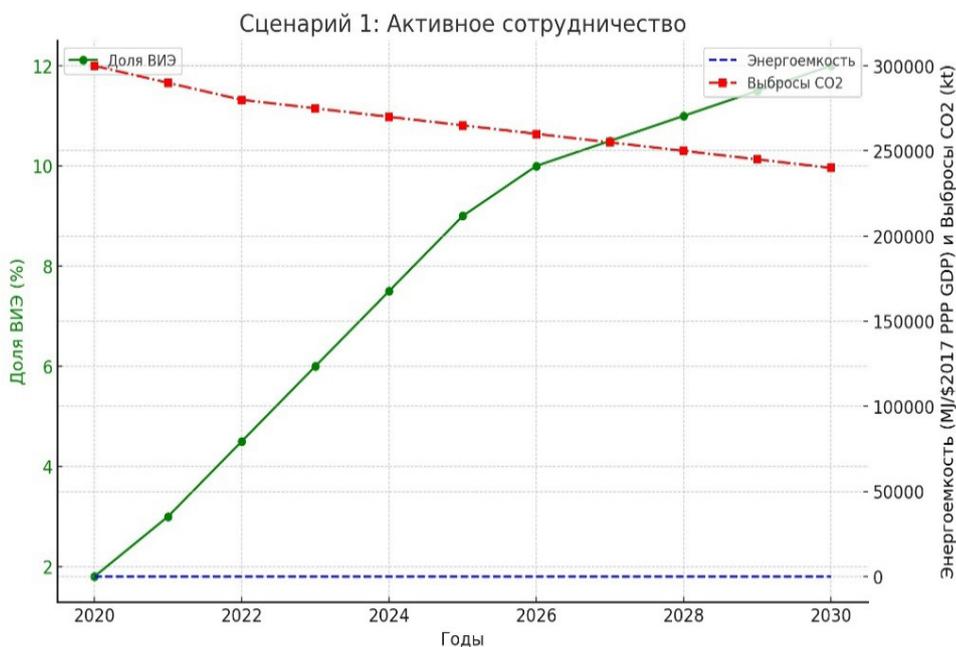


Рисунок 6. Сценарий 1: Международное сотрудничество и его влияние на развитие возобновляемых источников энергии в Казахстане

Figure 6. Scenario 1: International cooperation and its impact on the development of renewable energy in Kazakhstan

Примечание: составлено авторами

Первый сценарий, характеризующийся активным международным сотрудничеством, предполагает значительное увеличение инвестиций в развитие ВИЭ, что приводит к ускоренному росту этого сектора. В результате доля возобновляемой энергии в энергобалансе Казахстана может увеличиться с текущих 1,8% до 10-12% к 2030 г. Это будет способствовать снижению энергоемкости экономики до 4,5-5,0 MJ/\$2017 PPP GDP, что значительно повысит энергоэффективность страны. Одновременно

с этим, ожидается сокращение выбросов парниковых газов на 10-20%, что позволит Казахстану укрепить свои позиции в глобальной борьбе с изменением климата и достичь международных экологических стандартов.

Далее, на рисунке 7 приведен сценарий 2, который демонстрирует ограниченное сотрудничество и умеренный рост доли ВИЭ, незначительное снижение энергоемкости и постепенное уменьшение выбросов CO₂.

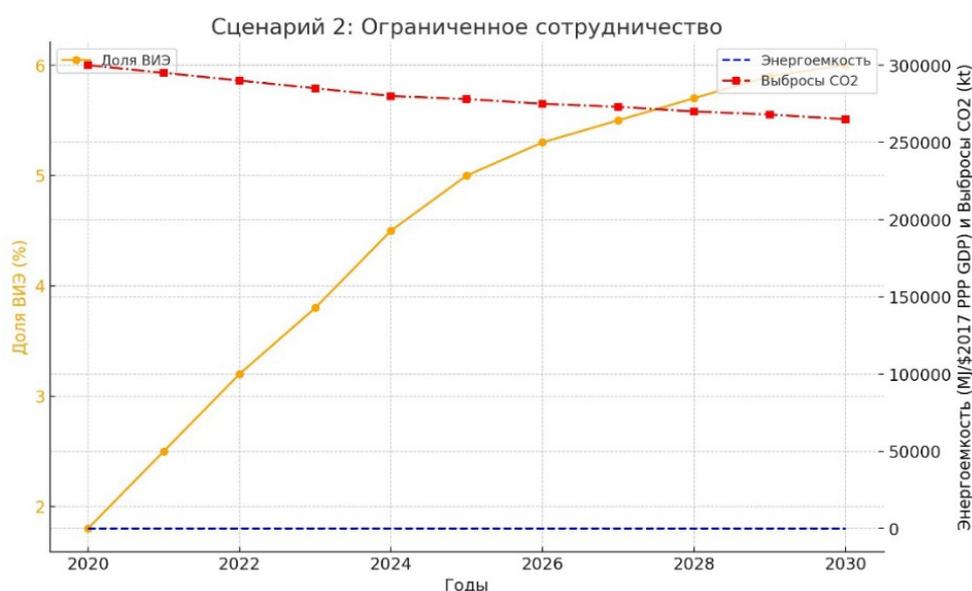


Рисунок 7. Сценарий 2: Ограниченное международное сотрудничество и его влияние на развитие возобновляемых источников энергии в Казахстане

Figure 7. Scenario 2: Limited international cooperation and its impact on the development of renewable energy sources in Kazakhstan

Примечание: составлено авторами

Второй сценарий, предполагающий ограниченное сотрудничество, характеризуется умеренным ростом инвестиций и технологического обмена. В этом сценарии доля ВИЭ в энергобалансе увеличится до 5-6% к 2030 г., а энергоемкость экономики снизится до уровня 5,0-5,5 MJ/\$2017 PPP GDP. Хотя этот сценарий также предусматривает сокращение выбросов парниковых газов, оно будет менее значительным и составит 5-10%. Ограниченные

ресурсы и недостаток политической воли могут замедлить темпы роста сектора ВИЭ, оставляя Казахстан в уязвимом положении на мировом энергетическом рынке.

Далее, на рисунке 8 приведен сценарий 2, который демонстрирует негативное развитие и иллюстрирует минимальные изменения в доле ВИЭ, стагнацию в энергоемкости экономики и рост выбросов CO₂.

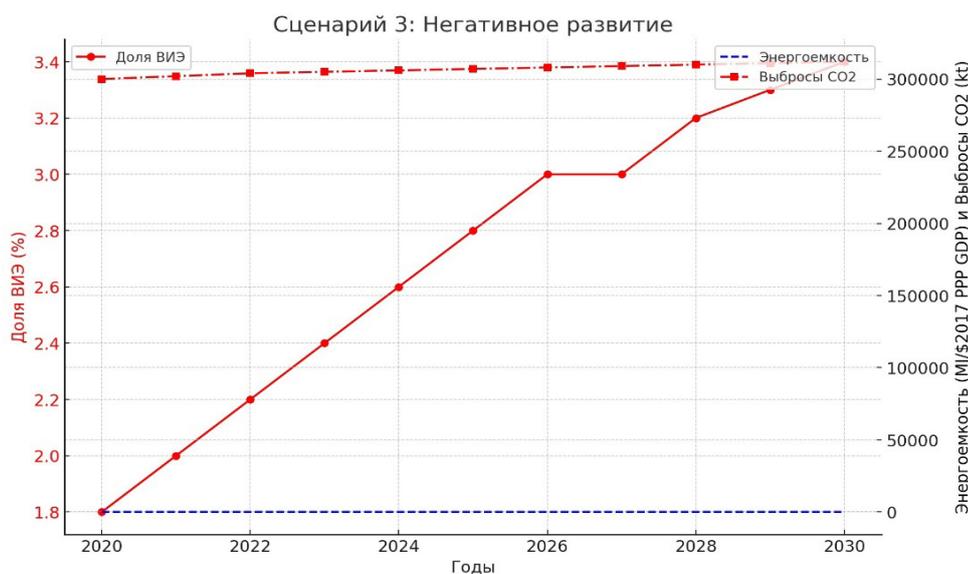


Рисунок 8. Сценарий 3: Негативный сценарий международного сотрудничества и его влияние на развитие возобновляемых источников энергии в Казахстане
Figure 8. Scenario 3: Negative scenario of international cooperation and its impact on the development of renewable energy sources in Kazakhstan

Примечание: составлено авторами

Третий сценарий, который можно охарактеризовать как негативное развитие, предполагает практически полное отсутствие международного сотрудничества и, как следствие, стагнацию в развитии ВИЭ. В этом случае доля возобновляемой энергии в энергобалансе останется на уровне 2-3% к 2030 г., а энергоёмкость экономики останется высокой — на уровне 5,5-6,0 MJ/\$2017 PPP GDP. Выбросы парниковых газов в этом сценарии либо сохранятся на текущем уровне, либо незначительно возрастут, что указывает на отсутствие прогресса в улучшении экологической ситуации в стране. Данный сценарий представляет наибольшие риски для устойчивого развития Казахстана, поскольку он увеличивает зависимость от ископаемого топлива и делает экономику более уязвимой к внешним шокам.

Таким образом, различные сценарии развития международного сотрудничества показывают, что активные меры по привлечению инвестиций и технологий могут существенно улучшить энергетическую и экологическую ситуацию в Казахстане. Напротив, ограниченное или негативное развитие сотрудничества приведет к замедлению прогресса и увеличению рисков для устойчивого экономического роста страны.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе данного исследования была проведена комплексная оценка текущего состояния и перспектив развития международного сотрудничества Казахстана в области ВИЭ. Основное внимание было уделено анализу ключевых показателей, отражающих уровень экологической устойчивости и энергоэффективности, а также выявлению потенциальных направлений для углубления международного взаимодействия. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что Казахстану предстоит значительная работа по интеграции ВИЭ в национальную энергетическую систему и повышению энергоэффективности экономики.

Результаты кластерного анализа выявили три группы стран с различными характеристиками в области энергетики и экологии. Казахстан был отнесен к группе стран с высокой энергоёмкостью экономики, низкой долей ВИЭ в энергобалансе и относительно стабильными выбросами парниковых газов. Эти данные указывают на значительный потенциал для улучшения показателей за счет внедрения передовых энергетических технологий и укрепления международного сотрудничества, особенно с теми странами, которые демонстрируют высокие результаты в развитии ВИЭ.

Сценарный анализ предложил три возможных пути развития международного сотрудничества Казахстана в области ВИЭ: активное сотрудничество, ограниченное сотрудничество и негативное развитие. Каждый из сценариев показывает, что уровень международного взаимодействия напрямую влияет на способность Казахстана к интеграции ВИЭ и снижению энергоёмкости экономики. Активное сотрудничество представляется наиболее предпочтительным вариантом, обеспечивающим значительное увеличение доли ВИЭ, улучшение энергоэффективности и снижение выбросов CO₂.

На основе проведенного исследования рекомендуется дальнейшее углубление анализа международного сотрудничества Казахстана с учетом различных факторов, таких как политическая и экономическая стабильность, доступ к технологиям и инновациям в области ВИЭ, а также влияние глобальных трендов на энергетическую политику. Будущие исследования могут также включать более детализированные сценарии, учитывающие региональные особенности и взаимодействие с конкретными странами, что позволит разработать более точные стратегии для достижения устойчивого энергетического развития Казахстана.

AUTHORS CONTRIBUTION

Conceptualization and theory: AS, GK and AM; research design: AY and ZS; data collection: AS, GK and AM; analysis and interpretation: AS, GK, AM, AY and ZS; writing draft: AS and GK; supervision: AS, GK and AM; correction of article: AY and ZS; proofread and final approval of article AS, GK and AM. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript

REFERENCES

Aien, M., & Mahdavi, O. (2020). On the way of policy making to reduce the reliance of fossil fuels: Case study of Iran. *Sustainability*, 12(24), 10606. <https://doi.org/10.3390/su122410606>

Bazmi, A.A., & Zahedi, G. (2011). Sustainable energy systems: Role of optimization modeling techniques in power generation and supply—A review. *Renewable and sustainable energy reviews*, 15(8), 3480-3500. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.05.003>

Brockway, P. E., Owen, A., Brand-Correa, L. I., & Hardt, L. (2019). Estimation of global final-stage energy-return-on-investment for fossil fuels with comparison to renewable energy sources. *Nature Energy*, 4(7), 612-621. <https://doi.org/10.1038/s41560-019-0425-z>

Cantarero, M. M. V. (2020). Of renewable energy, energy democracy, and sustainable development: A roadmap to accelerate the energy transition in developing countries. *Energy Research & Social Science*, 70, 101716. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101716>

Chai, J., Guo, J. E., Wang, S. Y., & Lai, K. K. (2009). Why does energy intensity fluctuate in China? *Energy Policy*, 37(12), 5717-5731. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.08.037>

Fan, L. W., Pan, S. J., Liu, G. Q., & Zhou, P. (2017). Does energy efficiency affect financial performance? Evidence from Chinese energy-intensive firms. *Journal of Cleaner Production*, 151, 53-59. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.049>

Gielen, D., Boshell, F., Saygin, D., Bazilian, M. D., Wagner, N., & Gorini, R. (2019). The role of renewable energy in the global energy transformation. *Energy strategy reviews*, 24, 38-50. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.01.006>

Haites, E. (2018). Carbon taxes and greenhouse gas emissions trading systems: What have we learned? *Climate Policy*, 18(8), 955-966. <https://doi.org/10.1080/14693062.2018.1492897>

Howie, P., & Atakhanova, Z. (2022). Assessing initial conditions and ETS outcomes in a fossil-fuel dependent economy. *Energy Strategy Reviews*, 40, 100818. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2022.100818>

Kabeyi, M. J. B., & Olanrewaju, O. A. (2022). Sustainable energy transition for renewable and low carbon grid electricity generation and supply. *Frontiers in Energy Research*, 9, 743114. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2021.743114>

Kalair, A., Abas, N., Saleem, M.S., Kalair, A.R., & Khan, N. (2021). Role of energy storage systems in energy transition from fossil fuels to renewables. *Energy Storage*, 3(1), e135. <https://doi.org/10.1002/est2.135>

Kaygusuz, K. (2009). Energy and environmental issues relating to greenhouse gas emissions for sustainable development in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(1), 253-270. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2007.07.009>

Mac Kinnon, M. A., Brouwer, J., & Samuelsen, S. (2018). The role of natural gas and its infrastructure in mitigating greenhouse gas emissions, improving regional air quality, and renewable resource integration. *Progress in Energy and Combustion science*, 64, 62-92. <https://doi.org/10.1016/j.peccs.2017.10.002>

Omer, A.M. (2008). Energy, environment and sustainable development. *Renewable and sustainable energy reviews*, 12(9), 2265-2300. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2007.05.001>

Panagopoulos, A. (2021). Water-energy nexus: desalination technologies and renewable energy sources. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(17), 21009-21022. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13332-8>

Peszko, G., van der Mensbrugge, D., Golub, A., Ward, J., Zenghelis, D., Marijs, C., Schopp, A., Rogers, J. A., & Midgley, A. (2020). Diversification and cooperation in a decarbonizing world: Climate strategies for fossil fuel-dependent countries. World Bank.

Reddy, B. S., & Ray, B. K. (2011). Understanding industrial energy use: Physical energy intensity changes in Indian manufacturing sector. *Energy Policy*, 39(11), 7234-7243. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.08.044>

Solomon, B. D., & Krishna, K. (2011). The coming sustainable energy transition: History, strategies, and outlook. *Energy Policy*, 39(11), 7422-7431. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.09.009>

Singh, H. V., Bocca, R., Gomez, P., Dahlke, S., & Bazilian, M. (2019). The energy transitions index: An analytic framework for understanding the evolving global energy system. *Energy Strategy Reviews*, 26, 100382. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.100382>

<https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.100382>

Tanaka, K. (2008). Assessment of energy efficiency performance measures in industry and their application for policy. *Energy Policy*, 36(8), 2887-2902. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.03.032>

Tsai, Y. C., Chan, Y. K., Ko, F. K., & Yang, J. T. (2018). Integrated operation of renewable energy sources and water resources. *Energy Conversion and Management*, 160, 439-454. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.01.062>

Van der Ploeg, F., & Withagen, C. (2012). Too much coal, too little oil. *Journal of Public Economics*, 96(1-2), 62-77. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2011.08.009>

Van der Ploeg, F., & Withagen, C. (2014). Growth, renewables, and the optimal carbon tax. *International Economic Review*, 55(1), 283-311. <https://doi.org/10.1111/iere.12049>

Information about the authors

Assem S. Smagulova – PhD candidate, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, email: assem@hogolegal.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5375-5023>

***Gaukhar K. Kenzhegulova** – PhD candidate, Research Scientist, Institute of Economics CS MSHE RK, Almaty, Kazakhstan, email: gaukhar.kenzhegulova@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1232-4788>

Zaira T. Satpayeva – PhD, Associate Professor, Institute of Economics CS MSHE RK, Almaty, Kazakhstan, email: satpayeva.zaira@ieconom.kz, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1644-3709>

Aida M. Myrzakhmetova – Cand. Sc. (Econ.), Associate Professor, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, email: aidam201167@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8421-5150>

Aida T. Yerimpasheva – Senior Lecturer, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, email: aidayerimpasheva@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5851-9505>

Авторлар туралы мәліметтер

Смагулова А. С. - PhD докторанты, әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан, email: assem@hogolegal.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5375-5023>

***Кенжегулова Г.К.** – PhD докторанты, ғылыми қызметкер, ҚР БҒМ ҒК Экономика институты, Алматы, Қазақстан, email: gaukhar.kenzhegulova@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1232-4788>

Сатпева З.Т. – PhD, қауымдастырылған профессор, ҚР БҒМ ҒК Экономика институты, Алматы, Қазақстан, email: satpayeva.zaira@ieconom.kz, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1644-3709>

Мырзахметова А.М. – э.ғ.к., қауымдастырылған профессор, әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан, email: aidam201167@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8421-5150>

Еримпашева А.Т. – аға оқытушы, әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан, email: aidayerimpasheva@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5851-9505>

Сведения об авторах

Смагулова А. С. – PhD докторант, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан, email: assem@hogolegal.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5375-5023>

***Кенжегулова Г.К.** – PhD докторант, научный сотрудник, Институт экономики КН МНВО РК, Алматы, Казахстан, email: gaukhar.kenzhegulova@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1232-4788>

Сатпева З.Т. – PhD, ассоциированный профессор, Институт экономики КН МНВО РК, Алматы, Казахстан, email: satpayeva.zaira@ieconom.kz, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1644-3709>

Мырзахметова А.М. – к.э.н., ассоциированный профессор, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан, email: aidam201167@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8421-5150>

Еримпашева А.Т. – старший преподаватель, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан, email: aidayerimpasheva@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5851-9505>