

Research paper / Оригинальная статья

<https://doi.org/10.51176/1997-9967-2023-4-55-72>

MPHTI 06.54.31

JEL: L25, L71, L78, Q56



Decarbonization of the Kazakhstan Economy: Prospects for the Energy Transition

Gulnara M. Aubakirova^a, Valery V. Biryukov^a, Farida M. Issatayeva^{a*}, Saule K. Mazhitova^b

^a*Abylkas Saginov Karaganda Technical University, 56 N.Nazarbayev str., 100027, Karaganda, Kazakhstan;*

^b*Karaganda University of Kazpotreboysuz, 9 Academic str., 100009, Karaganda, Kazakhstan*

For citation: Aubakirova, G. M., Biryukov, V. V., Issatayeva, F. M. & Mazhitova, S. K. (2023). Decarbonization of the Kazakhstan Economy: Prospects for the Energy Transition. *Economics: the strategy and practice*, 18(4), 55-72, <https://doi.org/10.51176/1997-9967-2023-4-55-72>

ABSTRACT

The growing importance of the carbon footprint of products in international competition will intensify the search for new approaches to the decarbonization of countries with economies in transition. The article summarizes the results achieved by Kazakhstan in overcoming the difficulties of implementing a “green” approach and finding effective ways to decarbonize the economy. The methodological basis of the study is based on a systematic approach to assessing the sustainability of Kazakhstan’s development and summarizing the world experience of transition to a low-carbon economy. The authors focus on the current problems of the industry in the context of creating a circular economy based on renewable resources. The influence of the transformation of the energy system on the country’s economy is shown. It is substantiated that the decline in commodity prices in the world markets and the dependence of the economy on energy have a negative impact on both the fuel and energy complex and related industries. It has been established that one of the effective ways to strengthen the position of Kazakhstan in international value chains is the implementation of a proactive strategy for the decarbonization of industry, taking into account national interests. Given that the country continues to demonstrate relatively high levels of energy intensity on a global scale, the progress of the extractive industries requires government assistance and intensified public-private partnerships.

KEYWORDS: Decarbonization, Economy, Kazakhstan, Energy, Sustainability, Energy Efficiency, Industry

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 24 September 2023

Accepted 29 October 2023

Published 30 December 2023

* **Corresponding author: Issatayeva F.M.** – PhD, Abylkas Saginov Karaganda Technical University, 56 N.Nazarbayev str., 100027, Karaganda, Kazakhstan, 87016064653, email: adambeкова_farid@mail.ru

Қазақстан экономикасын декарбонизациялау: энергетикаға көшу перспективалары

Аубакирова Г.М.^а, Бирюков В.В.^а, Исатаева Ф.М.^{а*}, Мажитова С.К.^б

^аӘбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті, көш. Н.Назарбаев 56, 100027, Қарағанды, Қазақстан; ^б Қазтұтынуодағы Қарағанды университеті, көш. Академическая 9, 100009, Қарағанды, Қазақстан

Дәйексөз үшін: Аубакирова Г.М., Бирюков В.В., Исатаева Ф.М., Мажитова С.К. (2023). Қазақстан экономикасын декарбонизациялау: энергетикаға көшу перспективалары. Экономика: стратегия және практика, 18(4), 55-72, <https://doi.org/10.51176/1997-9967-2023-4-55-72>

ТҮЙІН

Халықаралық бәсекелестікте өнімнің көміртегі ізінің өсіп келе жатқан маңыздылығы өтпелі экономикасы бар елдерді декарбонизациялаудың жаңа тәсілдерін іздеуді жандандырады. Мақалада Қазақстанның «жасыл» тәсілді іске асырудағы қиындықтарды еңсеру және экономиканы декарбонизациялаудың тиімді жолдарын іздеу бойынша қол жеткізген нәтижелері жинақталады. Зерттеудің әдіснамалық негізі Қазақстан дамуының тұрақтылығын бағалауға және төмен көміртекті экономикаға көшудің әлемдік тәжірибесін жинақтауға жүйелі тәсілге негізделген. Авторлар жаңартылатын ресурстарға негізделген айналымды экономиканың құру контекстінде өнеркәсіптің өзекті мәселелеріне назар аударады. Энергетикалық жүйенің трансформациясының ел экономикасына әсері көрсетілген. Әлемдік нарықтардағы шикізат бағасының төмендеуі және экономиканың энергетикаға тәуелділігі отын-энергетика кешеніне де, онымен байланысты салаларға да кері әсерін тигізеді. Қазақстанның халықаралық өндірістік-өткізу тізбектеріндегі ұстанымын нығайтудың тиімді тәсілдерінің бірі ұлттық мүдделерді ескере отырып, өнеркәсіпті декарбонизациялау жөніндегі проактивті стратегияны іске асыру болып табылатыны анықталды. Ел жалпы әлемдік ауқымда энергия сыйымдылығының салыстырмалы түрде жоғары деңгейлерін көрсетуді жалғастыратынын ескере отырып, өндіруші салалардың ілгерілеуі мемлекеттік жәрдемдесуді және мемлекеттік-жекешелік әріптестікті жандандыруды талап етеді.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: декарбонизация, экономика, Қазақстан, энергетика, тұрақтылық, энергия тиімділігі, өнеркәсіп

МҮДДЕЛЕР ҚАҚТЫҒЫСЫ: авторлар мүдделер қақтығысының жоқтығын мәлімдейді.

ҚАРЖЫЛАНДЫРУ: зерттеуге демеушілік қолдау көрсетілген жоқ (меншікті ресурстар).

Мақала тарихы:

Редакцияға түсті 24 Қыркүйек 2022

Жариялау туралы шешім қабылданды 29 Қазан 2022

Жарияланды 30 Желтоқсан 2022

* **Хат-хабаршы авторы:** Исатаева Ф.М. – PhD, Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті, көш. Н.Назарбаев 56, 100027, Қарағанды, Қазақстан, 87016064653, email: adambekova_farid@mail.ru

Декарбонизация экономики Казахстана: перспективы энергетического перехода

Аубакирова Г.М.^а, Бирюков В.В.^а, Исатаева Ф.М.^{а*}, Мажитова С.К.^б

^аКарагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова, ул. Н. Назарбаева 56, 100027, Караганда, Казахстан; ^бКарагандинский университет Казпотребсоюза, ул. Академическая 9, 100009, Караганда, Казахстан

Для цитирования: Аубакирова Г.М., Бирюков В.В., Исатаева Ф.М., Мажитова С.К. (2023). Декарбонизация экономики Казахстана: перспективы энергетического перехода. Экономика: стратегия и практика, 18(4), 55-72, <https://doi.org/10.51176/1997-9967-2023-4-55-72>

АННОТАЦИЯ

Нарастающая значимость углеродного следа продукции в международной конкуренции активизируют поиск новых подходов к декарбонизации стран с переходной экономикой. В статье обобщаются достигнутые Казахстаном результаты по преодолению трудностей реализации «зелёного» подхода и поиску эффективных путей декарбонизации экономики. Методологическая основа исследования базируется на системном подходе к оценке устойчивости развития Казахстана и обобщению мирового опыта перехода к низкоуглеродной экономике. Авторы концентрируют внимание на актуальных проблемах промышленности в контексте создания экономики замкнутого цикла, основанной на возобновляемых ресурсах. Показано влияние трансформации энергетической системы на экономику страны. Обосновано, что снижение цен на сырьевые товары на мировых рынках и зависимость экономики от энергетики отрицательно влияют как на топливно-энергетический комплекс, так и смежные отрасли. Установлено, что одним из эффективных способов укрепления позиций Казахстана в международных производственно-сбытовых цепочках является реализация проактивной стратегии по декарбонизации промышленности с учетом национальных интересов. Учитывая, что страна продолжает демонстрировать относительно высокие уровни энергоёмкости в общемировом масштабе, прогресс добывающих отраслей требует государственного содействия и активизации государственно-частного партнерства.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: декарбонизация, экономика, Казахстан, энергетика, устойчивость, энергоэффективность, промышленность.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ: исследование не спонсировалось (собственные ресурсы).

История статьи:

Получено 24 сентября 2023

Принято 29 октября 2023

Опубликовано 30 декабря 2023

* **Корреспондирующий автор:** Исатаева Ф.М. – PhD, Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова, ул. Н. Назарбаева, 56, 100027, Караганда, Казахстан, 87016064653, email: adambekova_farid@mail.ru

Введение

Вопросы развития возобновляемых источников энергии и переходе к экономике с низким уровнем выбросов углерода остаются актуальными. Особое внимание уделяется планам Европейского союза по введению с 2026 г. налога на границе для импорта продукции с высоким содержанием углерода, что поддерживает эти темы в центре обсуждений. В 2021 г. Казахстан выделился среди стран Содружества Независимых Государств (СНГ) как страна, успешно достигающая своих целей в развитии возобновляемых источников энергии и последовательно осуществляющая переход к экологически устойчивой экономике. В Индексе «зеленого» будущего, оценивающего приверженность стран к низкоуглеродному будущему, среди 76 стран Казахстану отведена 33 позиция (MIT Technology Review Insights, 2021).

На данный момент в странах Центральной Азии торговля электроэнергией покрывает всего 2,5% спроса, что объясняется не только физической и моральной изношенностью инфраструктуры, но и накопившимися проблемами в управлении региональной сетью, негативно отражающихся в том числе и на экспортных доходах государств. При этом, Казахстан стал первым государством в Центральной Азии, создавшим организационно-правовую основу для перехода к «зеленому росту» и системных преобразований через принятие ряда законодательных документов, стратегий и программ, нацеленных на устойчивое развитие. В 2013 г. в Казахстане внедрена система торговли квотами на выбросы углекислого газа (СТВ), ставшая важнейшим инструментом экологической политики. Так, в 2015 г. Казахстаном представлен определяемый на национальном уровне вклад (ОНУВ) в соответствии с обязательствами в рамках Парижского соглашения (сдерживания глобального потепления на уровне значительно ниже 2° C по сравнению с уровнями 1990 г.). В 2021 г., присоединившись к программе партнерства «Зеленый мост», Казахстан стремится стать ведущим игроком в создании Климатического хаба в Центральной Азии, что включает в себя лидерство в области распространения зеленых технологий и активное продвижение принципов рыночной торговли электроэнергией.

Казахстан готов использовать свой углеводородный потенциал с целью стабилизации ситуации на мировых и европейских рынках, поддержания энергетической безопасности в

мире. Участвуя в глобальном экологическом процессе, страна придерживается взвешенного подхода с соблюдением взаимных интересов. С учетом того, что в Казахстане более 70% текущей генерации электроэнергии реализуется углем, имеющим наибольший углеродный след, задача выхода на углеродную нейтральность к 2060 г. показывает приверженность страны принципам устойчивого развития.

Для добывающих экономик декарбонизационные процессы трансформируют не только энергетику, также создаются возможности результативного функционирования разных экономических секторов, выигрывающих от наращивания позиций энергетического сектора. Поэтому Казахстан предпринимает попытки скоординировать социально-экономические и экологические цели, согласовав их с долгосрочными планами по развитию электроэнергетики и смежных отраслей. Таким образом, укрепление позиций Казахстана во многом должно быть обусловлено реформами государственного управления, нацеленными на переход от экономической модели, основанной преимущественно на углеродоемких экспортных товарах и энергоемких производственных процессах к инклюзивной, «человекоцентричной» модели.

Однако, несмотря на предпринимаемые шаги, экспортноориентированная модель Казахстана еще слабо адаптирована к международным экологическим стандартам. В системе долгосрочного государственного планирования отсутствует экологическая оценка концепций и программ, слабо развито государственное стимулирование стратегии декарбонизации в отраслевом разрезе. В этой связи, цель данного исследования – проанализировать текущее состояние декарбонизации экономики Казахстана, обозначить перспективы энергетического перехода, предполагающего диверсификацию топливного баланса электроэнергетики и уменьшение доли угольной генерации.

Литературный обзор

Для построения казахстанской модели углеродного регулирования, нацеленной на рост энергетической и экологической эффективности экономики, среди прочего, необходимо углубленное изучение накопленных мировой практикой опыта и знаний по проблеме декарбонизации для последующей их адаптации к национальным условиям. Насущные

вопросы касательно энергетического перехода мировой экономики, формирования концепции устойчивого развития и государственного регулирования декарбонизации, трактуемой многими исследователями как структурная трансформация энергетики, являются предметом многочисленных дискуссий (Pan, 2005; Dell et al., 2014; Biber et al., 2016).

Исследования в области перехода к устойчивому развитию, как развитых, так и развивающихся стран, и в особенности переходных экономик, отличаются разнообразием, системностью, эволюционной сложностью. Так, некоторые авторы заостряют внимание на разработке различными странами национальных планов по адаптации к изменению климата, учитывая тесную связь устойчивого развития и декарбонизации (Zhou & Moinuddin, 2017; Garschagen et al., 2021). Решению различных проблем энергетического обеспечения, как промышленности, так и гражданского населения в связи с изменением трансформацией энергетики посвящено исследование (Bush et al., 2016). Другие ученые обсуждают инструменты, позволяющие оценить энергетическую эффективность и сейсмическую безопасность зданий по конкретно обозначенным критериям с целью дальнейшего повышения их устойчивости к стихийным бедствиям и улучшения энергопотребления жилых помещений (Menna et al., 2022; Lebel et al., 2022).

В мировой литературе обсуждение низкоуглеродного развития сконцентрировано, главным образом, вокруг уменьшения энергоемкости производства и потребления ископаемого топлива в реальных секторах экономики. В своих работах ученые изучают различные аспекты декарбонизации в контексте модернизации энергетической отрасли, угольной промышленности (Liu et al., 2017; Saenz, 2021; Krzykowski et al., 2021), других добывающих отраслей (Lechtenböhrer et al., 2016; Sherin et al., 2020; Scott & Goncalves, 2021), обрабатывающей промышленности (Singh et al., 2021). Особое внимание уделяется также энергетическому переходу в мировой сталелитейной промышленности с позиции климатически нейтрального производства, выявляется специфика перехода низкоуглеродной технологии к устойчивому развитию мировой черной металлургии (Karakaya et al., 2018; Arens et al., 2021; Shen et al., 2021). В свою очередь, в некоторых работах активно обсуждаются возможности и последствия внедрения потенциальных низкоуглеродных подходов по

сравнению с ископаемым топливом (Sovacool & Monyei, 2021).

Научный интерес вызывает исследование Martins et al. (2022), углубляющее поиск количественного анализа энергоэффективности и активизирующее изучение различных сторон декарбонизации экономики с помощью эндогенных возобновляемых источников энергии. Кроме того, интерес вызывает изучение взаимосвязей между потреблением энергии и валовым внутренним продуктом на основе влияния различных энергетических сценариев на мировой энергетический спрос (Brockway et al., 2021). Подобные исследования позволяют оценить масштабы сопутствующих выгод от реализации низкоуглеродных мер в разных экономических секторах. Тем более, что многие развивающиеся страны испытывают острый недостаток инвестиций, направляемых не только в разведку новых перспективных месторождений, но и в переработку полезных ископаемых.

Среди многих ученых ведется активный поиск новых платформ по принятию научно-обоснованных инженерных решений (Walsh et al., 2013), изучается роль государственного регулирования декарбонизации экономики (Normann, 2017; Kowarsch & Jabbour, 2017), обсуждаются возможности достижения социально-экологических компромиссов (Galafassi et al., 2017), изучается связь между тенденциями экономического роста и углеродными выбросами (Mardani et al., 2019). Продолжаются дискуссии касательно выбора климатической политики, управления спросом в рамках сложившейся производственно-сбытовой цепочки с учетом принципов устойчивого развития (Nilsson et al., 2021).

Во многих исследованиях авторы делают акцент на возрастающей значимости передовых цифровых решений в декарбонизации экономики и достижении устойчивости (Schaubroeck, 2018; Brenner, 2018; Kozar et al., 2019; Abid et al., 2020; Adeyemi et al., 2020; Menzel & Teubner, 2021). Авторы Riso и Morrone (2023) изучили место цифровых технологий в экономике замкнутого цикла, показывают как с их помощью можно улучшить процессы принятия решений, возникающих на разных этапах жизненного цикла отрасли.

Набирают актуальность исследования оценки влияния зеленых облигаций на ВИЭ (Zerbib, 2019; Ye & Rasoulinezhad, 2023), а также важности роли государственного регулирования в продвижении зеленых технологий (Agliar-

di, E. & Agliardi, R., 2019; Chen et al., 2022). Казахстан занимает весьма значимые позиции на энергетических рынках СНГ (Proskuryakova & Ermolenko, 2022). Поэтому национальная энергетическая стратегия и поэтапный отказ от добычи и использования угля являются объектом внимания со стороны постсоветских стран.

Для Казахстана востребовано изучение проблем диверсификации экономики с акцентом на радикальную трансформацию энергетического сектора. Вопросы углеродной нейтральности актуализируются в контексте возрастающего внимания к рискам, связанным с энергетической безопасностью и диверсификацией источников генерации энергии. Используя прогрессивные мировые практики, Казахстан стремится обеспечить энергетическую независимость экономики, сохранив при этом конкретную долю угольной энергетики.

Адаптация прогрессивных решений к специфическим условиям Казахстана, учет конкурирующих направлений декарбонизации экономики и ограничения на их реализацию, позволит стране укрепить позиции в современных реалиях, вызванных регулированием углеродного следа и возобновляемой энергии.

В свете сказанного, исследуются различные аспекты исследуемой проблемы. Так, ключевые вопросы государственного планирования в Казахстане в контексте принятых страной обязательств по достижению углеродной нейтральности рассмотрены в работе (Yesseki-na et al., 2021). В исследовании Bekturganova et al. (2019) показано, каким потенциалом обладает Казахстан, и что позволяет стране присоединиться к международному процессу разработки национальных стратегий декарбонизации. В работе Varavin et al. (2021) анализируются научно-теоретические подходы, раскрывающие сущность и содержание экологически ответственного инвестирования в рамках концепции ESG (Environment, Social, Governance). Взаимосвязи понятий «зеленой» экономики, «зеленого» роста и устойчивого развития в контексте инновационного развития экономики посвящено исследование (Nurgissayeva & Tamenova, 2020).

Недостаток всестороннего обсуждения указанной темы в национальной литературе выявляет потенциал для будущих исследований. Это значительно подчеркивает важность вопросов, рассматриваемых в статье, и подтверждает необходимость детального анализа различных аспектов процесса декарбонизации в контексте экономики Казахстана.

Методы исследования

Ограничивающим фактором исследования стала нехватка корректных статистических данных по изучаемому вопросу, конфиденциальный характер требуемой информации на уровне хозяйствующих субъектов, что могло привести к методологическим несоответствиям. Например, сведения об энергетическом секторе Казахстана носят обрывочный и разрозненный характер, отраслевая база данных за весь постсоветский период частично отсутствует.

Для устранения накопленных проблем, в последние годы ведется работа по созданию специализированной базы данных, содержащей данные по динамике мировых цен на энергоресурсы; глобальным спрос-предложениям по энергоресурсам; вопросам экологии и энергетическому сектору Казахстана. Несмотря на ограниченность и сложность проводимого исследования, прикладной подход и методология исследования позволили в определенной степени преодолеть возникшие сложности. Авторы пытались частично компенсировать указанные ограничения полнотой информационного поиска, представленным обзором литературных источников и ссылками, отвечающими критериям релевантности.

Поэтому информационную базу исследования составили законодательные и нормативные акты Казахстана, данные Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан, Казахстанской ассоциации организаций нефтегазового и энергетического комплекса «KAZENERGY», мониторингового агентства Energyprom.kz, проекта по мониторингу экономики Казахстана в формате рейтингов Ranking.kz. Для достоверности выводов авторы использовали результаты исследований Международного агентства по ВИЭ IRENA (International Renewable Energy Agency), аналитических центров Ember и Agora Energiewende, специализирующихся на изучении мировых тенденций перехода к низкоуглеродной экономике.

Методология аналитического исследования включает обзор отечественной и зарубежной литературы, позволяющей обозначить востребованность исследуемых в данной работе вопросов, такие научные подходы, как системный и сравнительный анализ, оценивающие и обобщающие исходную доказательную базу. Проблемы декарбонизации

экономики рассматриваются в мировой научной литературе, широко представлены в отраслевых исследованиях. Необходимо отметить, что одним из вызовов в обозначенной области является многообразие итоговых результатов исследований, их контекст и сложность сопоставления ввиду специфики каждой страны и выбранных ими инструментов достижения целевых установок.

В свете упомянутого, в настоящем исследовании использован смешанный подход к изучению проблем декарбонизации экономики, предполагающий их анализ с позиции как мирового уровня, так и конкретно в рамках накопленного Казахстаном опыта. Применение такого подхода окажется значимым при обосновании выбора перспектив низкоуглеродного развития страны, когда национальные интересы должны соответствовать мировым трендам.

Авторы исходят из того, что, несмотря на специфику каждой страны и разнообразие мировых практик, трансформацию экономических и логистических связей, есть общие методические приемы, которые Казахстан может позаимствовать для разработки собственной политики перехода к низкоуглеродной экономике, адаптировать их к специфическим условиям национальной экономики.

Достижение поставленной в работе цели предопределило логическое построение статьи. Авторы обсуждают ключевые принципы перехода промышленности Казахстана на низкоуглеродное развитие, возможности уменьшения выбросов парниковых газов возможно за счет замещения устаревшей угольной генерации новыми источниками. Далее представлены обобщающие выводы, приводятся государственные меры, которые по мнению авторов ускорят переход к низкоуглеродной экономике. В завершении статьи представлены направления предстоящих исследований на основе полученных результатов.

Результаты исследования и обсуждение

Как показывают мировые исследования, независимо от степени обеспеченности разных стран полезными ископаемыми, проблемы декарбонизации становятся целью их развития, возрастает понимание объективной необходимости наращивания энергетической автономии, освоения чистой энергии. Так, вновь введенные за последние годы мощности энергетической генерации функционируют на

возобновляемой энергии (92%) (IRENA, 2022). Мировым лидером в области ветроэнергетики является Европа: самые высокие доли выработки ветровой и солнечной энергии зафиксированы в Дании (61%), Ирландии (35%), Германии (33%) и Испании (29%). В странах ЕС пятая часть электроэнергии выработана на ветровых и солнечных электростанциях. Уменьшение добычи угля и наращивание выработки электричества за счет энергии ветра и солнца, возобновляемая энергия стала наиболее крупным источником электричества в ЕС, впервые опередив ископаемое топливо (Agora Energiewende, 2022; Ember, 2022).

В ближайшие сорок лет Казахстану для достижения углеродной нейтральности потребуются инвестиции порядка 650 млрд. долларов США в низкоуглеродные технологии и реформирование отраслевых политик, влияющих на национальные выбросы (Официальный информационный ресурс Премьер-Министра РК, 2021). Наибольший объем инвестиций (305 млрд. долл.) рассчитан на производство электро- и теплоэнергии. До 2030 г. объем инвестиций в развитие геотермальной, водородной и атомной энергетики составит 185,5 млн. долл. В горнодобывающую и обрабатывающую промышленность планируется вложить 65 млрд. долл., поскольку металлургия и добыча нерудных полезных ископаемых остаются основными источниками выбросов парниковых газов. Нельзя забывать, что при разработке проектов по генерации электроэнергии из возобновляемых источников, горнодобывающие и горно-металлургические предприятия, одни из первых приступившие к декарбонизации, неизбежно сталкиваются с низкой маржинальностью и длительным периодом окупаемости. Кроме того, в среднесрочном периоде усилятся риски, вызванные ценами на электроэнергию, слабостью инвестиционных процессов, нарастающей фискальной нагрузкой.

Градообразующие предприятия Казахстана поддерживают Цели устойчивого развития ООН 8, внедряют системы менеджмента охраны труда и техники безопасности в соответствии с международным стандартом ISO 45001, отчитываются об устойчивом развитии в формате международного свода стандартов GRI (Global Reporting Initiative), осваивают принципы ESG. Существенные шаги по уменьшению экологических выбросов в атмосферу предприняты 122 предприятиями. С 18 предприятиями горно-металлургической, строительной и химической отраслей,

относящихся к 50 крупнейшим загрязнителям первой категории, подписаны меморандумы с конкретно обозначенными показателями.

В рейтинге стран по внедрению объектов ВИЭ для снижения выбросов парниковых газов, оценивающим уровень прозрачности

в международной климатической политике, Казахстану отведено лишь 59-е место из 63. Индекс эффективности борьбы с изменением климата ССРІ (Climate Change Performance Index) оказался крайне низкий – 2,54 балла из 20 возможных баллов (рисунок 1).

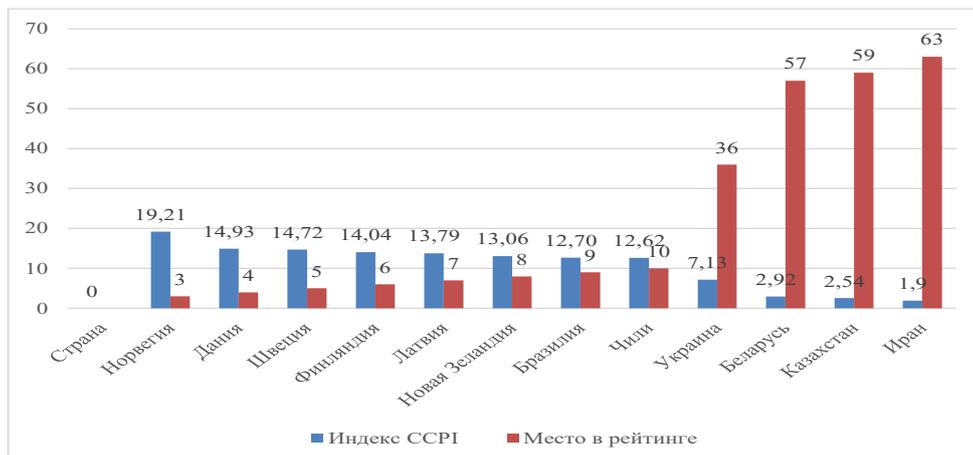


Рисунок 1 - Казахстан в рейтинге стран по внедрению объектов ВИЭ для сокращения выбросов парниковых газов (2022 г.)

Figure 1 – Kazakhstan in the ranking of countries for the introduction of renewable energy facilities to reduce greenhouse gas emissions (2022)

Примечание – составлено по источнику ССРІ (2022)

Такая ситуация вполне объяснима. За 2017-2022 гг., несмотря на рост вложений в охрану окружающей среды, производство электроэнергии объектами ВИЭ оставалось незначительным. Ключевым источником выбросов парниковых газов является энергетическая деятельность и этот сектор

вносит наибольший вклад в общие национальные эмиссии парниковых газов. Практически все энергоёмкие производственные сферы экономики остаются традиционно связанными с тепловыми электростанциями (ТЭС) и газотурбинными электростанциями (ГТЭС), доля ВИЭ незначительна (рисунки 2, таблица 1).

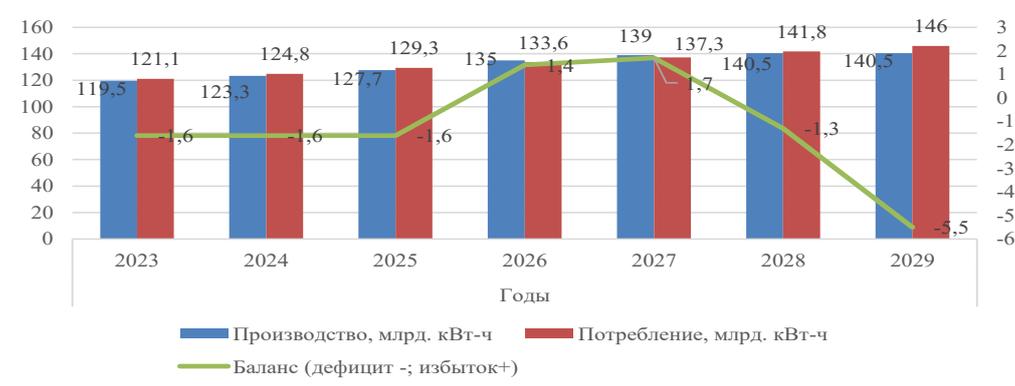


Рисунок 2 - Показатели рынка электроэнергии

Figure 2- Electricity Market Indicators

Примечание – составлено по источнику Bureau of National Statistics (2022) и Monitoring agency Energyprom.kz (2022)

Таблица 1 - Показатели экономики Казахстана
Table 1 - Indicators of the economy of Kazakhstan

Показатель	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021г.	2022 г.
Установленная мощность объектов ВИЭ:	342,3	531,0	1050,1	1634,7	2010,3	2388,0
- всего, МВт						
- годовой рост, %	15,81	55,13	97,76	55,67	22,98	18,78
Выработка электроэнергии объектами ВИЭ:						
- всего, млн. млн. кВт·ч	1102,4	1352,0	2400,7	3245,1	4220,3	5110,0
- доля производства электроэнергии от объектов, использующих ВИЭ, в общем объеме производства электроэнергии, %	1,08	1,27	2,30	3,00	3,69	4,53
Экспорт казахстанских товаров в страны ЕС:						
- всего, млрд. долл.	24,3	31,0	24,7	18,3	24,1	31,9
-доля ЕС от общего казахстанского экспорта, %	50,2	50,9	42,8	39,1	40,0	40,3
Инвестиции, направленные на охрану окружающей среды, млрд. тенге	32,5	80,2	117,4	157,1	163,9	80,6
Примечание – составлено по источнику Bureau of National Statistics (2022)						

Наиболее актуальные экологические проблемы страны связаны с загрязнением атмосферного воздуха и поверхностных вод, несовершенной системой обращения с отходами. Вызвано это во многом изношенностью оборудования, отсутствием его модернизации и реконструкции, неэффективной работой пылеочистных сооружений на предприятиях. Несмотря на то, что в Казахстане наращивают количество объектов ВИЭ, ориентированных на сокращение выбросов парниковых газов, и наблюдается рост выработки «зелёной» энергетики, формально их снижения посредством вводимых установок нет. Применяемые технологии, сокращая выбросы и повышая операционную эффективность, одновременно наращивают себестоимость. Предпринимаемые государственными органами шаги по адаптации институциональной базы Казахстана к стандартам ЕС, пока не привели к существенным результатам по оптимизации систем управления выбросами парниковых газов.

На начало 2020 г. в Казахстане действовало 124 объекта ВИЭ установленной мощностью 1922 МВт: 31 ветровая электростанция (ВЭС), 48 солнечных электростанций (СЭС), 40 ГЭС, 5 биоэлектростанций. Благодаря структурным мерам по улучшению инвестиционной среды для привлечения иностранного капитала и передовых технологий в отрасль развития альтернативной энергетики, в 2020 г. введены в эксплуатацию

25 проектов в сфере возобновляемой энергетики с объемом инвестиций 510 млн. долл.

Ввод в 2021 г. 19 объектов мощностью 392 МВт довел число действующих объектов ВИЭ до 134 единиц с установленной мощностью, превышающей 2 тыс. МВт. За 2021 г. выработка электроэнергии объектами ВИЭ увеличилась на 30,1%, доля электроэнергии, вырабатываемой объектами ВИЭ, в общем объёме производства электрической энергии возросла до 3,7% (Monitoringagency Energyprom.kz, 2022). Большая часть установленной мощности пришлось на СЭС (51,6% от общей установленной мощности объектов ВИЭ), 34,0% - на ВЭС. Далее идут малые ГЭС (13,9%) и биоэлектростанции. К началу 2022 г. установленная мощность объектов по использованию ВИЭ составила 2 тыс. МВт - на 23% больше, чем на начало 2021 г. Наибольшая доля выработки электроэнергии по объектам ВИЭ отнесена на ВЭС: 42,1% от совокупной выработки электроэнергии объектами ВИЭ, или 1,8 млрд./кВт·ч., СЭС выработали 1,6 млрд./кВт·ч и это 38,9%, малые ГЭС - 799,7 млн. кВт·ч. - 1,9%, биоэлектростанции - 3 млн. кВт·ч. (таблица 2).

Таблица 2 - Показатели объектов ВИЭ
Table 2 - RES facility indicators

Объект	2020г.	2021г.	Годовое изменение, %
Установленная мощность объектов ВИЭ			
Всего, МВт	1634,7	2010,3	23,0
в том числе:	911,6	1037,6	13,8
- СЭС			
- ВЭС	486,3	684,0	40,6
- малые ГЭС	229,0	281,0	22,7
- биоэлектростанции	7,8	7,8	-
Выработка электроэнергии объектами ВИЭ			
Всего, млн. кВт-ч	3245,1	4220,3	30,1
В том числе:	1349,7	1641,1	21,6
- СЭС			
- ВЭС	1076,7	1776,4	65,0
- малые ГЭС	812,1	799,7	-1,5
- биоэлектростанции	6,6	3,0	- 53,9
Доля вырабатываемой электроэнергии ВИЭ в общем объеме производства электрической энергии, %	3,0	3,7	0,7п.п.
Примечание – составлено авторами по источнику Bureau of National Statistics (2022), Monitoring agency Energyprom.kz (2022)			

На уголь, сырую нефть и природный газ, за счет которых преимущественно поставляется первичная энергия в РК, приходится 13,2% добавленной стоимости, при этом почти четверть сырой нефти и природного газа, экспортируются. Выбросы парниковых газов относятся на сектора, перерабатывающие топливо, а экспортируемое ископаемое топливо подвергается переработке вне Казахстана, не являясь компонентом национальных выбросов парниковых газов. Снижение с последующим отказом от добычи угля станет ключевым моментом декарбонизации экономики в стране поскольку именно на уголь приходится наибольшая доля выбросов парниковых газов в поставках первичной энергии. Происходит это за счет высвобождения метана из угольных пластов в процессе добычи и выбросов парниковых газов, образующихся в процессе сжигания.

Для достижения климатических целей и приближения национальной системы торговли выбросами к европейской модели в 2021 г. Казахстан детализировал структурные и институциональные реформы, внесены изменения в Экологический кодекс о смягчении последствий изменения климата и адаптации к

ним, создан Евразийский экологический фонд (Code of the Republic of Kazakhstan, 2017; Environmental Code of the Republic of Kazakhstan, 2021).

Если говорить о перспективах перехода Казахстана на низкоуглеродное развитие, то отметим следующее. В 2022-2025 гг. планируется ввод свыше 60 новых проектов ВИЭ общей мощностью 2400 МВт. На саммите COP26 в Глазго Казахстан объявил о своей цели увеличить к 2030 г. объем энергии из ВИЭ в 5 раз - с 3% до 15%, обеспечить достижение углеродной нейтральности к 2060 г. К 2030 г. ожидается увеличение доли ВИЭ до 15%, для чего потребуется дополнительный ввод порядка 7 ГВт новых мощностей с объемом инвестиций свыше 3 трлн. тенге (Official Information Resource of the Prime Minister of the Republic of Kazakhstan, 2023).

Для Казахстана ускорение энергетического перехода обостряет противоречия между необходимостью уменьшения выбросов и решением социально-экономических проблем путем реализации индустриальной политики. В этой связи не исключено превалирование угля и нефти, как энергетических источников, что

неминуемо приведет к наращиванию выбросов парниковых газов. С учетом постоянного роста генерации энергии на основе угольных технологий (около 80% от общего объема), выбросы парниковых газов продолжают возрастать, пик выбросов прогнозируется в 2030-2032 годах с наибольшей долей энергетического сектора (82,4%).

Уменьшение выбросов парниковых газов возможно за счет замещения устаревшей угольной генерации новыми источниками на основе альтернативных видов топлива. Углеродоёмкость промышленной продукции предполагается снижать в первую очередь за счёт наращивания доли потребления электроэнергии из низкоуглеродных источников (ВИЭ и гидроэнергетика). Но при этом нельзя забывать, что ввод объектов ВИЭ и наращивание капитальных затрат неизбежно приведут к росту тарифов на электроэнергию, причем это будет связано с необходимостью платы за выбросы для традиционных источников генерации - угольных и газовых электростанций, напрямую затрагивая всех недропользователей страны.

Поэтому актуализируется анализ возможностей и условий для одновременного решения задач диверсификации, социально-экономического развития и сокращения выбросов, исходя из долговременной стратегии низкоуглеродного развития. Оценка инструментов энергетической политики будет во многом зависеть от социально-экономических и институциональных условий развития страны, как на текущий момент, так и в обозримом будущем (Aubakirova et al., 2021).

Кроме этого, зависимость Казахстана от экспорта ископаемого топлива приведет к тому, что активизация мер по сокращению выбросов вызовет рост альтернативных издержек в топливно – энергетической сфере и смежных отраслях, ослабит и без того неустойчивые международные позиции национальных компаний. Поэтому Казахстан, как и другие страны – экспортеры энергоресурсов, должны искать новые формы углеродного регулирования, разработку компенсационных механизмов для адаптации энергоёмких отраслей, рыночных инструментов, ограничивающих выбросы парниковых газов, новых мотивационных инструментов для бизнеса, чтобы, стимулируя сокращение выбросов, решать наболевшие социально-экономические проблемы и быть экономически конкурентоспособным на международных рынках. Надежды возлагаются на внедрение промышленными предприятиями

ми наилучших доступных технологий (НДТ) с 2025 г., освоение моделей TIMES, CGE и System Dynamics.

С целью ускорения перехода промышленности Казахстана на низкоуглеродное развитие должны быть соблюдены принципы:

- повышение энергоэффективности, способствующее сокращению производственных затрат;

- принимаемое инвестиционное решение должно рассматриваться с позиции его потенциального позитивного влияния на диверсификацию промышленности в сторону менее энергоёмких производств.

Для усиления конкурентных позиций на мировом рынке, Казахстан активизирует шаги по выходу на целевые ориентиры устойчивого развития с привлечением недропользователей в социальную и природоохранную работу, обновляет концепцию управления естественными ресурсами, трансформирует различные процессы геологоразведочных работ.

Скорость мобилизации вложений в геологоразведку Казахстана и разработка неиспользуемых месторождений во многом зависят от того, когда будет открыта для недропользования вся доступная территория. На текущее время проводится масштабная ревизия в сфере недропользования для обозначения неиспользуемых месторождений, потенциально интересных иностранным и местным инвесторам. Так, для предоставления права недропользования уже предусмотрена площадь размером 1324 тыс. кв. км, в Программу управления государственным фондом недр включены 1065 тыс. кв. км, запланирован охват еще 259 тыс. кв. км. Усиливается анализ исполнения контрактных обязательств недропользователей: контракты с неустраненными нарушениями, расторгаются и выставляются на аукцион. В 2022 г. расторгнуты 115 контрактов, прекращено действие по 198 лицензиям на разработку твердых полезных ископаемых и 12 контрактам по углеводородному сырью (Official Information Resource of the Prime Minister of the Republic of Kazakhstan, 2023, 2023).

Казахстану необходимо модернизировать модель развития угольной энергетики, поскольку бюджет формируют недропользователи, использующие угольную генерацию. За счет угольной отрасли вырабатывается около 70% электроэнергии, запасы угля в размере 33,9 млрд. тенге, позволили Казахстану войти в десятку стран-лидеров. Достигнув к 2060 г. углеродной нейтральности в последующем Казахстан намерен отказаться от использования этого вида топлива (таблица 3).

Таблица 3 - Прогнозные значения стратегии углеродной нейтральности Казахстана
Table 3 - Forecast values of Kazakhstan's carbon neutrality strategy

Значение	2030 г.	2040 г.	2050 г.	2060 г.
Выбросы парниковых газов от сжигания топлива, млн. тонн CO ₂ -экв.	241,2	76,6	76,6	10,0
Структура использования ископаемого топлива в энергобалансе, %				
Общие поставки первичной энергии по видам топлива				
- уголь	24,35	7,00	0,63	0,03
- нефть и нефтепродукты	29,41	21,48	18,48	14,75
- природный газ	35,65	39,99	23,20	13,87
- ВИЭ	9,50	29,87	56,20	68,70
- импорт электроэнергии	1,09	1,66	1,49	2,65
Примечание - составлено по источнику Kazenergy (2021)				

Ориентация на углеродную нейтральность и глубокую декарбонизацию экономики, высокий спрос на казахстанский уголь со стороны мировых рынков, трансформируют угольную промышленность в высокотехнологическое производство, требуют освоение проектов по глубокой переработке угля для получения продуктов с высокой добавленной стоимостью, развитие углехимической отрасли. Для этого необходимо наращивать экспортный потенциал отрасли, внедрять льготные тарифы на перевозку угля железнодорожным транспортом на дальние расстояния, расширять пропускную способность магистральной железнодорожной сети по основным маршрутам экспорта угля, обеспечивая поставки угля на рынки третьих стран.

На текущий момент возрастающий спрос на минеральное сырье, сопровождающийся ухудшением качества руды, создает новые экологические проблемы для устойчивого развития угольной промышленности. Поэтому при формировании планов по низкоуглеродному развитию рассматривается возможность недопущения резкого сокращения доли угля в производстве электроэнергии. При этом требуется соблюдение условий снижения электростанциями воздействия на окружающую среду за счёт использования перспективных технологий сжигания угля, в числе которых «чистые угольные технологии», открывающие новые возможности для Казахстана.

Наращивание эффективности использования угольного потенциала требует учета влияния производства угля на экономику страны (дешевая электрогенерация) и региона присутствия (моногорода). Именно

в моногородах, где угольные разрезы формируют базу экономики, целесообразно создать свободные экономические зоны с предоставлением права заключать долгосрочные контракты, вводить налоговые преференции и льготы. В свете сказанного, Казахстану полезен опыт государств, трансформирующих энергетические блоки для улавливания углерода.

В сложившихся геополитических условиях казахстанский уголь может экспортироваться на сопредельные со страной рынки. Для налаживания экспорта в Азербайджан, Грузию, Китай и другие страны потребуются межправительственные соглашения. В вопросах регулирования тарифной политики, решения логистических проблем и открытия терминалов касательно Транскаспийского коридора также не обойтись без содействия государства.

Для выбора направлений диверсификации добычи угля и сохранения угольной отрасли, как отрасли высокого передела, формирующей новые виды экспортноориентированной продукции, необходимы мероприятия по альтернативному развитию угольной промышленности путем развития перерабатывающих производств, освоению глубокой комплексной переработки угля, продвижению проектов по добыче попутного газа. Это ускорит переход предприятий горной промышленности на бессточные технологические процессы, переработку отходов для получения энергии и сведение выбросов, непроизводительного расхода энергии и сброса сточных вод к 2030 г. к нулю.

Казахстану предстоит постепенно отказаться от использования угля к 2050 г., увеличить долю возобновляемых источников энергии до 83 %, реструктурировать инвестици-

онную политику, синхронизировать ее с мерами технологической модернизации.

Учитывая обязательства Казахстана в рамках Парижского соглашения, планируемого ЕС углеродного налога, который затронет Казахстан через экспорт инвестиции и трансферт технологий, назревающего дефицита

электрической энергии к 2030 г., требующего ввода новых генерирующих мощностей, планируемое завершение к 2035 г. строительство атомной электростанции, Казахстану необходимо активизировать работу по климатической маркировке бюджета (таблица 4).

Таблица 4 - Прогнозный баланс электроэнергии единой энергосистемы страны
Table 4 – Forecast balance of electricity of the unified energy system of the country

Показатель	Годы						
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Производство, млрд. кВт-ч	119,5	123,3	127,7	135,0	139,0	140,5	140,5
Потребление, млрд. кВт-ч	121,1	124,8	129,3	133,6	137,3	141,8	146,0
Баланс (дефицит -; избыток+)	-1,6	-1,6	-1,6	1,4	1,7	-1,3	-5,5
Примечание – составлено авторами по источнику Agency Ranking.kz (2023)							

Это ускорит разработку механизма выявления государственных расходов, направленных как на озеленение экономики, так и оказывающих негативное влияние на климат. В 2021 г. Евразийский банк развития (ЕАБР) разместил на Казахстанской фондовой бирже (KASE) выпуск впервые введенных Казахстаном трехлетних зеленых облигаций на 20 млрд. тенге. В среднесрочной перспективе предполагается развивать угольную генерацию с учетом замещения альтернативными источниками энергии. До 2035 г. для удовлетворения потребностей в электроэнергии необходимо будет построить порядка 12 ГВт генерирующих мощностей, в том числе, за счет альтернативных источников энергии. В сфере ВИЭ запланированы проекты с зарубежными инвесторами по строительству СЭС и ВЭС.

Планы по развитию генерации на 2022-2026 гг. учитывают цели по снижению углеродного следа, поэтому первоначально запланировано строительство базовых источников мощности. Всего, в сфере топливно-энергетического комплекса запланированы 157 проектов на 29,8 трлн. тенге. Так, запланированы освоение не менее 5 ГВт маневренных мощностей, завершение строительства 4 и 5 энергоблоков ГРЭС-2, вывод на проектную мощность блока №3 на Экибастузской ГРЭС-2, что пополнит энергосистему на 1000 МВт, повысив ее надежность. В Южной зоне единой электроэнергетической системы (ЕЭС) реализуются 7 проектов стоимостью 1,5 трлн. тенге.

Спозиции повышения энергоэффективности актуальной проблемой для Казахстана остается

слабая подвижность энергетической системы и сохраняющаяся централизованность. Именно нежелание предприятий децентрализоваться и повышать свою прозрачность относится к одной из первоочередных причин торможения ввода цифровых технологий. В развивающихся странах, где спрос на электроэнергию растет, а ВИЭ и другие низкоуглеродные источники еще не могут обеспечить достаточного объема генерации электроэнергии и стабильности, необходимых для нужд потребителей, ключевую роль в переходе на ВИЭ будет играть газ. Природный газ является хорошей альтернативой для перехода угольных электростанций, так как при использовании газа эмиссии в окружающую среду в 2 раза ниже, чем от угля и в 1,5 раза ниже, чем от нефтепродуктов.

В настоящее время доля газификации Казахстана составляет 54,3%. С целью улучшения экологической ситуации установлен запрет на сжигание попутного и природного газа в факелах, введена обязанность недропользователей по разработке программ развития переработки сырого газа, благодаря чему объем сжигаемого газа в факелах уменьшился в 2020 г. сравнению с 2006 г. 8 раз. Планируется строительство новых станций с использованием чистых источников генерации и перевод действующих теплоэлектроцентралей на газ с внедрением НДТ в целях сокращения загрязняющих веществ. Завершаются проекты перевода ТЭЦ-1 и ТЭЦ- 2 общей мощностью 1300 МВт в г. Астане, до 2026 г. в г. Алматы на газ будут переведены три ТЭЦ, намечено

строительство парогазовых установок на юге страны мощностью 2150 МВт. В среднесрочной перспективе запланирован перевод от угля на газ крупных предприятий горнодобывающей сферы.

Одной из перспективных технологий, сокращающей выбросы парниковых газов в промышленном секторе и способствующей декарбонизации перерабатывающей промышленности Казахстана является возможность использования водорода. Прежде всего, это касается достижения цели декарбонизации газоснабжения, предполагающей добавление водорода в добытый природный газ до уровня 25 % от всего объема газа, требуемого для промышленности. Это отразится на достижении к 2030 г. обязательств Казахстана по определяемому на национальном уровне вкладу по выбросам парниковых газов. Увеличение водородной составляющей до 100 % внесет вклад в полную декарбонизацию экономики Казахстана к 2050 г., ускорит реализацию целевых установок, обозначенных в Парижском соглашении, изменится структура генерации электроэнергии: снизится доля угольной генерации с 70% до 40,3%; увеличится газовая генерация с 20% до 38% и доля ВИЭ с 3% до 15%.

Пока технологии с использованием водорода не будут освоены промышленными предприятиями, неизбежны сырьевые проблемы, так как трудности хранения и транспортировки водорода сдерживают его производство в запрашиваемых масштабах. Наряду с этим, для новых технологий необходима экологически чистая электроэнергия, что неминуемо влечет расширение поставок электроэнергии, разработку предприятиями проектов по генерации электроэнергии из возобновляемых источников.

Помимо упомянутого, водород имеет разные сферы применения. Так, его можно применять как резервную энергию к энергии, производимой ветряными турбинами. В данном случае улучшится безопасность предложения энергии в энергосистеме, все больше рассчитанной на ВИЭ. Сдерживающим фактором использования водорода является его высокая стоимость, которая будет уменьшаться в случае повышения результативности технологий и наращивания его производства.

Прогресс в переходе на чистую энергию связан с освоением инноваций в области децентрализации, цифровизации и электрификации ЭЭС, как ключ к

использованию ВИЭ. К важнейшим направлениям трансформации энергетической отрасли в части модернизации и реконструкции основного оборудования энергоисточников, относятся проводимые с 2021 г. технический аудит электрических сетей, за период 2020-2021 гг. - комплексный технологический аудит промышленных предприятий. В последующем планируется формировать цифровые карты объектов генерации электроэнергии, провести камеральный технический аудит энергоисточников путем всеобщей паспортизации. Предприятиям рекомендуется включать планы по декарбонизации в корпоративное управление и бизнес-стратегию, расширять сотрудничество с научно-образовательными учреждениями, международными партнерами, предприятиями, специализирующимися на повышении качества измерения и раскрытии информации по эмиссии парниковых газов.

Заключение и рекомендации

1. Одним из направлений экономического развития Казахстана в рамках Третьего структурного перехода, предполагающего устойчивое и инклюзивное развитие, признаны диверсификация экономики с учетом принципов «зеленого» роста и стратегия низкоуглеродного развития. Перспективы энергетического перехода Казахстана базируются на имеющемся потенциале в области геотермальной, водородной и атомной энергетики, планируемых изменениях в инвестиционной политике, внедрении НДТ (Bierman et al., 2017).

2. Ключевые моменты в вызовах, связанных с окружающей средой и воздействующих на промышленность: влияние климатических изменений и риски уменьшения продаж по ключевым экспортным товарам. Так, из-за грядущих корректив в международной торговле возрастут риски недополучения доходов по продаже экспортных товаров металлургической и химической промышленности, к 2026 г. механизм трансграничного углеродного регулирования отразится на экспорте нефти. Введение Казахстаном внутреннего углеродного налога во избежание полной уплаты пограничного углеродного налога в Евросоюзе, создаст стимулы для уменьшения выбросов, одновременно, вызывая рост стоимости продукции добывающих отраслей, требуя уменьшения косвенных налогов.

3. В средние и долгосрочном периоде экономика Казахстана будет испытывать повышенные политические риски и высокую неопределенность, возрастут волатильность на

рынке и геополитическая напряженность, определяющим фактором конкурентоспособности будет доступ не к сырью, а к источникам дешевой электроэнергии. Актуализируются такие проблемы, как длительные сроки окупаемости низкоуглеродных инвестиций; отсутствие стимулов для перехода частного сектора на зеленый режим; нехватка финансирования для зеленых технологий; неподготовленность инфраструктуры, негативные социальные последствия от декарбонизации, требующие безотлагательного решения. Основная проблема связана с финансированием декарбонизации, вызывающей рост себестоимости и ухудшение конкурентных позиций предприятий. В течение переходного периода от государства потребуются содействие как государственного, так и частного финансирования инфраструктурных проектов (рост доли генерации объектов ВИЭ и ГЭС, транспортная электрификация), внедрении технологических решений в области альтернативной энергетики, эффективного управления углеродным следом.

4. Для решения накопившихся системных проблем ЕЭС, востребован новый подход к их решению, в том числе касательно энергетического перехода на низкоуглеродное отраслевое развитие. Наряду с мерами по диверсификации экономики, снижения ее энергоемкости и решения проблемы дефицита электроэнергии, необходимо последовательное продвижение в сторону зеленых технологий с упором на развитие ВИЭ. Казахстану следует активизировать внедрение принципов устойчивого финансирования на финансовом рынке, создавать инфраструктуру финансирования проектов ESG, ориентируясь на международную практику, где учитываются ключевые элементы принципов зеленых облигаций Международной ассоциации рынков капитала (ICMA), стандарты климатических бондов Инициативы климатических бондов (Climate Bond Initiative) (Glasgow Climate Pact. Key Outcomes from COP2, 2021; Del Río Castro et al., 2021).

5. Казахстан предпринимает шаги для достижения целей в области сокращения выбросов парниковых газов, вносит вклад в смягчение последствий климатических изменений. Исходя из имеющихся и прогнозных ресурсов, Казахстану необходимо разработать долгосрочную комплексную программу развития энергетических отраслей. При всей важности реализации климатической и экологической повестки, в сложившихся условиях нельзя

принимать радикальных решений по резкому отказу от угольной генерации, которая остаётся базовым источником энергии. Страна реализует планомерно выстроенный переход к низкоуглеродным технологиям, не отказываясь однозначно от традиционных энергоносителей, стремясь к достижению баланса между энергетической и экологической безопасностью. определяющее место в преодолении зависимости от угля одной из самых энерго- и углеродоемких в мире экономики, отведено альтернативной (атомной) энергетике. С учётом климатической политики доля углеродоемкой энергетики должна постепенно снижаться, обеспечивая условия для развития гидроэнергетики и объектов ВИЭ. Параллельно должны быть созданы условия для использования чистой электроэнергии на промышленных предприятиях.

6. Технологическая трансформация мировой энергетики формирует рынки большой емкости, включая рынки новых энергоносителей XXI века, в том числе такого важнейшего топливного ресурса как водород. Для перерабатывающей промышленности Казахстана возможность использования водорода является одной из перспективных технологий, сокращающей выбросы парниковых газов в промышленном секторе и способствующей декарбонизации. Предпосылки для наращивания производства водородного топлива к 2030 г., кроме огромной сырьевой базы и накопленного опыта производства водорода для потребления промышленностью, у Казахстана есть. Так, в стране создается «зеленый» водород, вырабатываемый наземными ВЭС с минимальным уровнем выбросов парниковых газов. Ежегодно на действующих мощностях электростанций (7 ГВт) с помощью электролиза можно производить порядка одного млн. тонн водорода, что позволит уменьшить пиковые нагрузки на электростанциях. В производстве водорода могут быть задействованы не только электростанции, в будущем его можно получить из различных источников сырья, в частности, природного и попутного нефтяного газа и угля.

7. Авторы надеются, что накопленный Казахстаном опыт окажется полезным странам, внедряющим различные механизмы декарбонизации экономики. Направлениями будущих исследований будет изучение нарастающей угрозы потери рабочих мест в угольной отрасли и смежных с ней отраслях, вызванных уменьшением спроса на ископаемое топливо с целью декарбонизации и освоения цифровых решений.

8. В целом, обеспечение показателей по достижению углеродной нейтральности потребует от Казахстана реформирования механизмов государственной поддержки технологических преобразований, укрепления взаимоотношений государства с бизнесом, научными организациями, предприятиям, инвесторами, зарубежными экспертами. Приоритетные задачи новой экономической политики Казахстана: освоение экологически чистых энергетических источников и существенное уменьшение энергопотребления за счет энергосбережения и роста энергоэффективности.

References

1. Abid, G., Ahmed, S., Elahi, N. S., & Ilyas, S. (2020). Antecedents and mechanism of employee well-being for social sustainability: A sequential mediation. *Sustainable Production and Consumption*, 24, 79-89. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.06.011>
2. Adeyemi, A., Yan, M., Shahidehpour, M., Botero, C., Guerra, A. V., Gurung, N., Zhang L. (C.), & Paaso, A. (2020). Blockchain technology applications in power distribution systems. *The Electricity Journal*, 33(8), 106817. <https://doi.org/10.1016/j.tej.2020.106817>.
3. Agliardi, E., & Agliardi, R. (2019). Financing environmentally-sustainable projects with green bonds. *Environment and development economics*, 24(6), 608-623. <https://doi.org/10.1017/S1355770X19000020>
4. Arens, M., Åhman, M., & Vogl, V. (2021). Which countries are prepared to green their coal-based steel industry with electricity? Reviewing climate and energy policy as well as the implementation of renewable electricity. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 143, 110938. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110938>
5. Aubakirova, G., Rudko, G., & Isataeva, F. (2021). Assessment of metallurgical enterprises' activities in Kazakhstan in the context of international trends. *Economic Annals-XXI*, 187(1/2), 121-130.
6. Bekturganova, M., Satybaldin, A., & Yessekina, B. (2019). Conceptual framework for the formation of low-carbon development: Kazakhstan's experience. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(1), 48-56. <https://doi.org/10.32479/ijeep.7294>
7. Biber, E., Kelsey, N., & Meckling, J. (2016). *The Political Economy of Decarbonization: A Research Agenda*. Brooklyn Law Review. <https://brooklynworks.brooklaw.edu/blr/vol82/iss2/8>
8. Brenner, B. (2018). Transformative sustainable business models in the light of the digital imperative—A global business economics perspective. *Sustainability*, 10(12), 4428. <https://doi.org/10.3390/su10124428>
9. Brockway, P. E., Sorrell, S., Semieniuk, G., Heun, M. K., & Court, V. (2021). Energy efficiency and economy-wide rebound effects: A review of the evidence and its implications. *Renewable and sustainable energy reviews*, 141, 110781. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110781>
10. Bush, R. E., Bale, C. S., & Taylor, P. G. (2016). Realising local government visions for developing district heating: Experiences from a learning country. *Energy Policy*, 98, 84-96. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.08.013>
11. Bureau of National Statistics. (2022). [cited October 27, 2022]. Available at: <http://www.stat.gov.kz>
12. Chen, M., Xue, W., & Chen, J. (2022). Platform subsidy policy design for green product diffusion. *Journal of Cleaner Production*, 359, 132039. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.13239>
13. Code of the Republic of Kazakhstan dated December 27, 2017 No. 125-VI "On subsoil and subsoil use" (amended and supplemented on March 7, 2022). Available at: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31764592
14. Del Río Castro, G., González Fernández, M. C., & Uruburu Colsa, Á. (2021). Unleashing the convergence amid digitalization and sustainability towards pursuing the Sustainable Development Goals (SDGs): A holistic review. *Journal of Cleaner Production*, 280(1). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122204>
15. Dell, M., Jones, B. F., & Olken, B. A. (2014). What do we learn from the weather? The new climate-economy literature. *Journal of Economic literature*, 52(3), 740-798. <http://dx.doi.org/10.1257/jel.52.3.740>
16. Environmental Code of the Republic of Kazakhstan (2021). *Code of the Republic of Kazakhstan dated January 2, 2021 No. 400-VI ЗРК*. [Cited September 16, 2022]. Available at: <http://adilet.zan.kz/rus/docs/K2100000400>
17. Galafassi, D., Daw, T. M., Munyi, L., Brown, K., Barnaud, C., & Fazey, I. (2017). Learning about social-ecological trade-offs. *Ecology and Society*, 22(1), 1-27. <https://doi.org/10.5751/ES-08920-220102>
18. Garschagen, M., Doshi, D., Moure, M., James, H., & Shekhar, H. (2021). The consideration of future risk trends in national adaptation planning: Conceptual gaps and empirical lessons. *Climate Risk Management*, 34, 100357. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2021.100357>
19. Glasgow Climate Pact. Key Outcomes from COP26 (2021). [Cited April 07, 2022]. Available at: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-glasgow-climate-pact-key-outcomes-from-cop26>
20. In a state of energy hunger: central asian countries experiencing power supply shortages. (2023). [Cited April 05, 2023]. Available at: <https://ranking.kz/reviews/industries/v-sostoyanii-energeticheskogo-goloda-strany-tsentralnoy-azii-ispityvayut-defitsit-elektro-nabzheniya.html>
21. In Kazakhstan electric power generation by the RES objects increased by 30 %. (2022) [Cited September 20, 2023]. Available at: <https://www.energyprom.kz/ru/a/monitoring/v-kazahstane-vyrabotka-elektroenerгии-obektami-vie-vyrosla-na-30>
22. Karakaya, E., Nuur, C., & Assbring, L. (2018). Potential transitions in the iron and steel industry in Sweden: towards a hydrogen-based future?. *Journal of cleaner production*, 195, 651-663. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.142>
23. Kowarsch, M., & Jabbour, J. (2017). Solution-oriented global environmental assessments: Opportunities and challenges. *Environmental Science & Policy*, 77, 187-192. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.08.013>

24. Kozar, R., Galang, E., Alip, A., Sedhain, J., Subramanian, S., & Saito, O. (2019). Multi-level networks for sustainability solutions: the case of the International Partnership for the Satoyama Initiative. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 39, 123-134. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.09.002>
25. Krzykowski, M., Mariański, M., & Zięty, J. (2021). Principle of reasonable and legitimate expectations in international law as a premise for investments in the energy sector. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 21(1), 75-91. <https://doi.org/10.1007/s10784-020-09471-x>
26. Liu, H., Chen Z.M., Wang J., & Fan, J. (2017). The impact of resource tax reform on China's coal industry. *Energy Economics*, 61, 52-61. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.11.002>.
27. Lebel, E. D., Finnegan, C. J., Ouyang, Z., & Jackson, R. B. (2022). Methane and NO_x emissions from natural gas stoves, cooktops, and ovens in residential homes. *Environmental science & technology*, 56(4), 2529-2539. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c04707>
28. Lechtenböhrer, S., Nilsson, L. J., Åhman, M., & Schneider, C. (2016). Decarbonising the energy intensive basic materials industry through electrification—Implications for future EU electricity demand. *Energy*, 115, 1623-1631. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.07.110>
29. Mardani, A., Streimikiene, D., Cavallaro, F., Loganathan, N., & Khoshnoudi, M. (2019). Carbon dioxide (CO₂) emissions and economic growth: A systematic review of two decades of research from 1995 to 2017. *Science of the total environment*, 649, 31-49. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.229>
30. Martins, F., Moura, P., & de Almeida, A. T. (2022). The Role of Electrification in the Decarbonization of the Energy Sector in Portugal. *Energies*, 15(5), 1759. <https://doi.org/10.3390/en15051759>
31. Menna, C., Felicioni, L., Negro, P., Lupišek, A., Romano, E., Prota, A., & Hájek, P. (2022). Review of methods for the combined assessment of seismic resilience and energy efficiency towards sustainable retrofitting of existing European buildings. *Sustainable Cities and Society*, 77, 103556. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103556>
32. Menzel, T., & Teubner, T. (2021). Green energy platform economics—understanding platformization and sustainabilization in the energy sector. *International Journal of Energy Sector Management*, 15(3), 456-475. <https://doi.org/10.1108/IJESM-05-2020-0022>
33. MIT Technology Review Insights. (2021). [Cited April 30, 2022]. Available at: <https://mitsrinsights.s3.amazonaws.com/GFI/Report2021.pdf>
34. National energy report KAZENERGY 2021. (2021). [Cited September 28, 2022]. Available at: https://kazenergy.com/upload/document/energy-report/NationalReport21_ru_2.pdf
35. Nilsson, L. J., Bauer, F., Åhman, M., Andersson, F. N., Bataille, C., de la Rue du Can, S., Ericsson, K., Hansen, T., Johansson, B., Lechtenböhrer, S., van Sluisveld, M., & Vogl, V. (2021). An industrial policy framework for transforming energy and emissions intensive industries towards zero emissions. *Climate Policy*, 21(8), 1053-1065. <https://doi.org/10.1080/14693062.2021.1957665>
36. Normann, H. E. (2017). Policy networks in energy transitions. The cases of carbon capture and storage and offshore wind in Norway. *Technological Forecasting and Social Change*, 118, 80-93. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.02.004>
37. Nurgissayeva, A. A. & Tamenova, S. S. (2020). Conceptual foundations of the «green» economy. *Economics: the strategy and practice*. 15(3), 183-194. https://doi.org/10.51176/JESP/issue_3_T14 (In Russ)
38. Official site of the Agora Energiewende Analytical Center. [Cited March 4, 2023]. Available at: <https://www.agora-energiewende.de>
39. Official site of the British Ember Analytical Center. [Cited April 13, 2022]. Available at: <https://ember-climate.org/insights/research/eu-power-sector-2020/>
40. Official site of the CCPI. (2022). [Cited September 2, 2022]. Available at: <https://ccpi.org>
41. Official Information Resource of the Prime Minister of the Republic of Kazakhstan (2023). [Cited March 11, 2023]. Available at: <https://primeminister.kz/ru> (In Russ)
42. Pan, J. (2005). Meeting Human Development Goals with Low Emissions : An Alternative to Emissions Caps for post-Kyoto from a Developing Country Perspective. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 5(1), 89-104. <http://dx.doi.org/10.1007/s10784-004-3715-1>
43. Proskuryakova, L., & Ermolenko, G. (2022). Decarbonization Prospects in the Commonwealth of Independent States. *Energies*, 15(6), 1987. <https://doi.org/10.3390/en15061987>
44. Renewable capacity statistics. (2022). Available at: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Apr/IRENA_RE_Capacity_Statistics_2022.pdf?rev=460f190dea15442eba8373d9625341ae
45. Riso, T., & Morrone, C. (2023). To Align Technological Advancement and Ethical Conduct: An Analysis of the Relationship between Digital Technologies and Sustainable Decision-Making Processes. *Sustainability*, 15(3), 1911. <https://doi.org/10.3390/su15031911>
46. Saenz, C. (2021). Corporate social responsibility fit helps to earn the social license to operate in the mining industry. *Resources Policy*, 74, 101814. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101814>
47. Schaubroeck, T. (2018). Towards a general sustainability assessment of human/industrial and nature-based solutions. *Sustainability Science*, 13, 1185-1191. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0559-0>
48. Scott, L., & Goncalves, M. A. (2021). The role of semiotics in health, safety, and environment communication in South African mining and its influence on organizational culture. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 121(2), 57-62. <https://doi.org/10.17159/2411-9717/1289/2021>
49. Shen, J., Zhang, Q., Xu, L., Tian, S., & Wang, P. (2021). Future CO₂ emission trends and radical decarbonization path of iron and steel industry in China. *Journal of Cleaner Production*, 326, 129354. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129354>
50. Sherin, S., Rehman, Z. U., Husain, S., Muhammad, N., & Bilal, T. (2020). Assessment and Quantification of Risks Associated with Small Scale Mining, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *International Journal of Economic and Environmental Geology*, 11(3), 65-69. <https://doi.org/10.46660/ijeeg.Vol11.Iss3.2020.478>

51. Singh, C., Singh, D., & Khamba, J. S. (2021). In quest of green practices in manufacturing industries through literature review. *World Journal of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development*, 17(1), 30-50. <https://doi.org/10.1108/WJEMSD-02-2019-0014>
52. Sovacool, B. K., & Monyei, C. G. (2021). Positive externalities of decarbonization: quantifying the full potential of avoided deaths and displaced carbon emissions from renewable energy and nuclear power. *Environmental Science & Technology*, 55(8), 5258-5271. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c00140>
53. Varavin, E. V., Kozlova, M. V., & Makoveckij, M. Y. (2021). Development of environmentally responsible investment: implementation of foreign experience for Kazakhstan. *Central Asian Economic Review*, 4(139), 52-63. <https://doi.org/10.52821/2789-4401-2021-4-52-63> (In Russ.).
54. Walsh, C. L., Glendinning, S., Dawson, R. J., England, K., Martin, M., Watkins, C. L., Wilson R., McLoughlin, A., Glenis, V., & Parker, D. (2013). Collaborative platform to facilitate engineering decision-making. In Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Engineering Sustainability 166(2), 98-107. <https://doi.org/10.1680/ensu.12.00033>
55. Ye, X., & Rasoulinezhad, E. (2023). Assessment of impacts of green bonds on renewable energy utilization efficiency. *Renewable Energy*, 202, 626-633. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.11.124>
56. Yessekina, B., Shalabekova, A., Koshumov, A., & Junusbekova, G. (2021). Modernisation of the Strategic Planning for Decarbonisation in Kazakhstan. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 11(3), 477-482. <https://doi.org/10.32479/ijeep.11308>
57. Zhou, X., Moinuddin, M., & Xu, Z. (2017). *Sustainable Development Goals Interlinkages and Network Analysis: A practical tool for SDG integration and policy coherence*. Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Kanagawa, Japan.
58. Zerbib, O. D. (2019). The effect of pro-environmental preferences on bond prices: Evidence from green bonds. *Journal of banking & finance*, 98(1), 39-60. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2018.10.012>

Information about the authors

- Aubakirova G.M.** – Doc. Sc. (Econ.), Professor, Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, Kazakhstan, email: rendykar@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0337-1539>
- Biryukov V.V.** – Doc. Sc. (Econ.), Associate Professor, Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, Kazakhstan, email: valera@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2712-8840>
- ***Isataeva F.M.** – PhD, Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov, Karaganda, Kazakhstan, email: adambekova_farid@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6208-3292>
- Mazhitova S.K.** – Cand. Sc. (Econ.), Associate Professor, Karaganda University of Kazpotrebooyuz, Karaganda, Kazakhstan, email: skm19@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3986-6066>

Авторлар туралы мәліметтер

- Әубәкірова Г.М.** – э.ғ.д., профессор, Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды, Қазақстан, email: rendykar@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0337-1539>
- Бирюков В.В.** – э.ғ.д., доцент, Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды, Қазақстан, email: valera@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2712-8840>
- ***Исатаева Ф.М.** – PhD, Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды, Қазақстан, email: adambekova_farid@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6208-3292>
- Мажитова С.К.** – э.ғ.к., доцент, Қазтұтынуодағы Қарағанды университеті, Қарағанды, Қазақстан, email: skm19@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3986-6066>

Сведения об авторах

- Аубакірова Г.М.** – д.э.н., профессор, Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова, Караганда, Казахстан, email: rendykar@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0337-1539>
- Бирюков В.В.** – д.э.н., доцент, Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова, Караганда, Казахстан, email: valera@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2712-8840>
- ***Исатаева Ф.М.** – PhD, Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова, Караганда, Казахстан, email: adambekova_farid@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6208-3292>
- Мажитова С.К.** – к.э.н., доцент, Карагандинский университет Казпотребсоюза, Караганда, Казахстан, email: skm19@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3986-6066>