

МРНТИ 06.54.31

JEL Classification: L25, L71, L78, Q56

DOI: <https://doi.org/10.52821/2789-4401-2024-5-6-19>

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЕКТОРА КАЗАХСТАНА

Г. М. Аубакирова¹, Ф. М. Исатаева^{1*}, В. В. Бирюков¹

¹Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова,
Караганда, Республика Казахстан

АННОТАЦИЯ

Цель исследования – раскрыть роль в декарбонизации Казахстана энергетического сектора, обладающего огромным потенциалом для наращивания производственных масштабов и технического прогресса.

Методология: в данном исследовании использован смешанный подход к изучению проблем декарбонизации энергетического сектора, предполагающий их анализ с позиции как мирового уровня, так и конкретно в рамках накопленного Казахстаном опыта. Применение такого подхода важно для выбора перспектив развития страны, когда национальные интересы должны соответствовать мировым трендам.

Оригинальность / ценность исследования – авторы подчеркивают, что перемены, вносимые в энергетическую систему, отражаются на экономике Казахстана, меняют геополитическую динамику внутри страны и могут иметь глубокие последствия в обозримом будущем. В сложившихся условиях продвижение всех добывающих отраслей требует активизации с одной стороны новых мер государственного содействия, с другой стороны, продвижения государственно-частного партнерства, вовлечения бизнеса в решение неотложных проблем.

Результаты исследования – проведен комплексный анализ достигнутых Казахстаном результатов по преодолению сложностей реализации «зелёного» подхода и поиску новых направлений декарбонизации энергетического сектора. Авторы приходят к выводу, что энергетическая система Казахстана нуждается в масштабных инвестициях для обновления энергосистемы с адаптацией под ВИЭ. Обосновано, что изменение таких важнейших факторов как социальный аспект, экология и климат, энергетическая безопасность и новейшие технологии, существенно повлияет на развитие угольной генерации и энергетические перспективы Казахстана. Показано, что политика государства должна стимулировать продуктивный переход к низкоуглеродному будущему в том числе путем содействия исследованиям в сфере низкоуглеродной энергетики, коммерциализации чистых энергетических технологий.

Практическая значимость исследования – авторы надеются, что опыт Казахстана окажется полезным для развивающихся стран, укрепляющих конкурентные позиции на международных рынках путем внедрения различных механизмов декарбонизации экономики и стремящихся к сохранности национальной безопасности, охране своеобразных экосистем.

Ключевые слова: декарбонизация, Казахстан, энергетика, устойчивость, государственное регулирование, возобновляемые источники энергии.

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы развития возобновляемых источников энергии (ВИЭ), перехода к низкоуглеродной экономике, планируемое Европейским Союзом введение с 2026 г. пограничного углеродного налога на импорт углеродоемкой продукции, не сходят с повестки дня. Это требует от Казахстана, обладающего малой емкостью внутреннего рынка, преобладанием энергоемких экспортоориентированных отраслей и не имеющего выхода к мировому океану, актуализировать меры по реализации принятых обязательств в рамках Парижского соглашения [1,2].

Казахстан выражает готовность применить накопленный углеводородный потенциал в целях регулирования обстановки на мировых и европейских рынках, сохранения мировой энергетической безопасности. Исходя из того, что в Казахстане свыше 70 % текущей генерации электроэнергии осуществляется углем, задача достижения углеродной нейтральности демонстрирует серьезные намерения страны встать на рельсы устойчивого развития (таблица 1).

Казахстан является одной из наиболее энергоёмких экономик региона Европы и Центральной Азии и стремится к лидирующим позициям в Центральной Азии в передаче зеленых новых технологий.

Таблица 1 – Добровольные обязательства стран Центральной Азии по уменьшению выбросов парниковых газов и переходу к углеродной нейтральности

Страна	Цель по выбросам парниковых газов к 2030 г. относительно 1990 г.	Достижение углеродной нейтральности
Казахстан	15%	2060 г.
Кыргызстан	11,49–13,75% (на 43,62% при международном содействии)	2050 г.
Таджикистан	30–40% (на 40–50% при международном финансовом и техническом содействии)	-
Узбекистан	35% относительно 2010 г.	2050 г. (только при производстве электроэнергии).
Примечание – составлено авторами на основе источника [3]		

Поскольку подходы к декарбонизации добывающих экономик должны отличаться не только трансформацией в энергетике, то Казахстан пытается привести в соответствие социально-экономические и экологические цели, увязав их с долговременными планами, охватывающими развитие как электроэнергетики, так и смежных с ней отраслей. Необходим научно-обоснованный и целостный подход к решению обозначенных проблем, выстраиванию взаимоотношений предприятий и государства, для чего потребуются переходный период и государственное содействие.

Несмотря на предпринимаемые шаги, экспортно-ориентированная экономическая модель Казахстана еще слабо адаптирована к международным экологическим стандартам. Система государственного планирования, охватывающая долгосрочный период, не включает научно-обоснованный экологический анализ концепций и программ, наблюдается недостаток мер государственного стимулирования стратегии декарбонизации, охватывающей различные отрасли.

Вышеизложенное актуализирует для Казахстана вопрос диверсификации экономики с упором на кардинальное преобразование энергетического сектора.

Научная гипотеза исследования. Сохранение Казахстаном в среднесрочной перспективе энерго-сырьевой модели экономики в условиях протекающих процессов глобализации и либерализации экономических отношений в энергетике, роста экспорта энергоносителей и сырья и с учетом различных подходов к регулированию цен на энергетические ресурсы.

Обзор литературы. В мировой литературе дискуссия касательно низкоуглеродного развития сосредоточена преимущественно на снижении энергоёмкости производства и потребления ископаемого топлива в реальных секторах экономики. Акцент делается на поддержке декарбонизации горнодобывающей деятельности посредством продвижения чистых энергетических источников, принятия цифровых решений, рационального использования ресурсов, содействия диверсифицированному доступу к важнейшему сырью и неблагородным металлам для перехода к «зеленой» энергии. С декарбонизацией производства связывают максимальное сокращение выбросов CO₂ с компенсацией остатка, в идеале речь может идти о полном их прекращении.

Так, в контексте энергетического перехода, в работе S.L.Vorlet, G. De Cesare [4] концентрируется внимание на возрастающей роли гидроэнергетики, авторы исследования I. Zafar, V. Stojceska, S. Tassou [5] привлекают внимание к изучению различных форм ВИЭ для промышленных процессов,

изучению специфике неустойчивых ВИЭ посвящено исследование А. Daraeepour, D. Patino-Echeverri, A.J. Conejo [6]. Не утихают дискуссии вокруг атомной энергетики как одного из источников производства электроэнергии [7, 8, 9], что сегодня для Казахстана особенно актуально [10, 11].

Также для национальной экономики полезны исследования, в которых предлагаются модели энергетических систем, позволяющие не только выявить ключевые физические переменные энергетического перехода, но и установить взаимосвязь с социально-экономическими переменными в контексте оказываемого влияния на окружающую среду [12-14], модели «энергия-экономика-окружающая среда» [15], модели MEDEAS, используемые для принятия решений по переходу к устойчивым энергетическим системам [16].

Для Казахстана, нацеленного на фундаментальные структурные реформы, повышающие надежность электроэнергетического сектора с учетом специфики декарбонизации, подобно рода исследования открывают новые возможности для углубленной оценки значимости сопутствующих выгод для разных экономических сфер в случае успешного осуществления низкоуглеродных мер. Тем более, что Казахстан, как и многие страны с переходной экономикой, испытывают нехватку инвестиций, направляемых непосредственно и в разведку новых ресурсов, и в переработку полезных ископаемых [17-19].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

С точки зрения наращивания энергоэффективности, одной из самых насущных проблем Казахстана, наряду с внедрением ресурсозатратных технологий, негативно влияющих на энергоемкость производства, является незначительная мобильность энергетической системы и преобладающая централизованность. Ведь во многом из-за отсутствия у предприятий желания к децентрализации и росту прозрачности принимаемых решений, возникают сложности с освоением цифровых технологий, применением наилучших доступных техник.

В развивающихся странах, где наблюдается рост спроса на электроэнергию, но при этом ВИЭ в совокупности с другими низкоуглеродными источниками еще не могут гарантировать тот объем генерации электроэнергии, который бы покрыл потребности клиентов, доминирующее место в переходе на ВИЭ будет отведено газу. Именно природный газ становится альтернативой для перехода угольных электростанций, поскольку при применении газа эмиссии в окружающую среду оказываются вдвое ниже, чем от угля и в 1,5 раза ниже по сравнению с нефтепродуктами.

Казахстан имеет подтвержденный объем запаса газа в объеме 3,4 трлн куб. м, 83 % добычи сырого газа обеспечивают месторождения Тенгиз, Кашаган и Карачаганак. По запасам газа, обеспечивающего порядка 4-5 % общего объема экспорта государства, Казахстан занимает 16 место в мире и четвертое среди стран СНГ после России, Туркменистана и Азербайджана.

Поскольку в энергопереходе и внедрении принципов ESG (Environmental, Social, and Corporate Governance), газ рассматривается транзитным топливом, то географическое положение Казахстана как страны транзитера становится как никогда важно из-за открывающихся возможностей поставки газа на рынки Средней Азии, Китая, Индии, Пакистана и Афганистана.

Особенность добываемого газа в стране состоит в том, что он является попутным сырым газом, добываемым вместе с нефтью. Относительно высокие затраты на переработку сырого газа и низкие внутренние цены на реализацию вынуждают производителей обратно закачивать газ для повышения нефтеотдачи пласта, чем продавать его. Но из-за роста внутреннего потребления газа, актуализируется необходимость наращивания ресурсной базы газа за счет стимулирования инвестиций в газовые проекты.

В целях наращивания энергоэффективности предприятий и привлечения инвестиций в газовые месторождения, с 2022 г. введены новые категории потребителей (крупные коммерческие предприятия и лица, осуществляющие цифровой майнинг); внедрен улучшенный модельный контракт на недропользование для увеличения ресурсной базы и использования фискальных преференций для газовых проектов; освоена новая стимулирующая формула закупки газа у недропользователей и повышена закупочная цена на газ с новых залежей.

Однако в стране остаются нерешенными проблемы ценообразования на товарный газ и стимулирования добычи; сохраняется опасность дефицита газа, так как из-за низкой его стоимости внутри

страны, производители не заинтересованы в добыче. Для дальнейшего развития отрасли необходимы крупные инвестиции и для привлечения внешних инвесторов требуется внедрить налоговые преференции.

С целью покрытия внутренних потребностей и экспорта к 2030 г. запланирован рост ресурсов товарного газа до 42,2 млрд. м³, из них 29,6 млрд. м³, товарного газа обеспечат месторождения и 12,6 млрд. м³ - дополнительные объёмы товарного газа, которые будут получены за счет вывода на производственную мощность новых проектов (таблица 2).

Таблица 2 – Прогнозные данные баланса газа до 2030 г., млн. м³

Показатель	Годы							
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Добыча сырого газа:								
- всего	58690	66609	718432	72973	82716	86559	85479	87089
- на действующих месторождениях	58391	65529	69531	70007	78781	82050	80175	81711
- дополнительные объёмы от ввода новых месторождений	299	1080	2302	2966	3935	4509	5304	5378
Производство товарного газа:								
- всего	30227	32091	33137	35446	38164	38830	39079	42218
- на действующих месторождениях	29871	30355	30427	29918	30643	30844	30463	29630
- дополнительные объёмы от ввода новых месторождений	356	1735	2709	5528	7521	7986	8616	12588
Производство и потребление товарного газа:								
- внутреннее производство	25728	26344	26018	26853	29274	29904	30256	33476
- потребление на внутреннем рынке	21269	23178	28001	29104	31206	31573	31946	32363
- экспорт	4459	3166	-1983	-2251	-1932	-1669	-1690	1113
Примечание – составлено авторами на основе [20]								

Увеличение объёмов добычи сырого газа и производства товарного газа планируется преимущественно за счёт разведанных месторождений. Увеличат пропускную способность газотранспортной системы развитие газификации южных и центральных районов страны и перевод предприятий теплоэлектрогенерации на газ. В сфере переработки надежды возлагают на расширение месторождения Кашаган благодаря коммерциализации попутного сырого газа и строительство четырёх газоперерабатывающих заводов. Реализация транзитного потенциала страны в газовой сфере предполагает полное закрытие внутреннего спроса (с учётом роста уровня газификации до 65% к 2030 г.).

Однако выход на показатели добычи к 2030 г. осложняется необходимостью наращивания затрат на освоение новых газовых месторождений, активизацию геологоразведочных работ по новым перспективным месторождениям, вводом в эксплуатацию месторождений, за счет которых прирост запланирован. На фоне усугубления проблем с обеспечением Казахстана собственным газом, экспортные поставки могут либо существенно уменьшиться, либо будут выполняться за счет реэкспорта российского газа. Помимо сказанного, огромные вложения необходимы для роста пропускной способности действующих мощностей из-за критического износа газотранспортной инфраструктуры страны (возраст газопроводов превышает 50 лет, средний уровень износа выше 75 %).

Сдерживать ускоренный ввод новых газовых проектов будет их низкая рентабельность. Причин здесь несколько: во-первых, незначительные закупочные цены на газ у недропользователей, что обусловлено желанием удерживать на внутреннем рынке сложившиеся розничные цены на газ, во-вторых, отсутствием возможностей экспорта газа недропользователями, и в-третьих, крупными капитальными расходами на внедрение проектов.

Также отметим, что из-за уменьшения мировых цен на газ, привлечение зарубежных инвесторов потребует определенных усилий. Наиболее вероятно расширение присутствия в Казахстане недропользователей Китая, что объясняется, главным образом, геополитическими факторами. Кроме того, рост

добычи газа на месторождениях Кашаган, Тенгиз и Карачаганак покрывает лишь внутренние потребности недропользователей. Из-за отсутствия на этих месторождениях собственных перерабатывающих мощностей объемы переработки газа здесь ограничены.

В долгосрочной перспективе на экспорте газа в Китай, который на текущий момент позволяет национальному газовому оператору АО «КазТрансГаз» компенсировать финансовые потери от продаж газа на внутреннем рынке, может негативно отразиться нарастание спроса на внутреннем рынке при ограниченных объемах предложения товарного газа. В такой ситуации Казахстан должен будет выбрать либо экспорт в Китай, либо расширение нерентабельной реализации газа на внутреннем рынке.

Казахстан располагает огромными ресурсами энергии ветра в мире благодаря географическим и климатическим условиям, особенно это затрагивает степные и горные регионы (таблица 3).

Таблица 3 – Теоретический ветровой потенциал территории Казахстана.

Категория ветра	Низкая	Средняя	Высокая	Повышенная	Избыточная	Всего
Диапазон ветровых скоростей, м/с	< 6	6 – < 7	7 – < 8	8 – < 9	> 9	-
Площадь ветровой зоны, км ²	1795140	876900		1200	200	2723940
Долевое участие, %	65.902	32.192	1.854	0.044	0.007	100.00
Удельная плотность, МВт / км ²	2	4	7	10	14	-
Мощность, МВт	3590400	3507600	353500	12000	2800	7466300
Среднегодовое количество часов	1700	2000	2628	3200	4200	1888.22
Выработка электроэнергии, млн. кВт*ч	6103680	7015200	929000	38 400	11760	14098040
Доля использования территорий, %	43,295	49,760	6,590	0.272	0.083	
Примечание – составлено авторами на основе источника [21]						

В зоне ветров с диапазоном скоростей от 3 до 9 м/с теоретически допустимый потенциал мощности достигает порядка 7466 ГВт. В ветровых зонах со среднегодовой скоростью, превышающей 8 м/с и общей площадью ветровых зон 1400 км², эффективный потенциал использования энергии ветра оценивается в 14,8 ГВт, коэффициент использования установленной мощности 31–50 % [21].

Наряду с такими благоприятными условиями для продвижения проектов, нацеленных на освоение солнечной и ветровой энергетики, как обширные площади и средняя скорость ветра 8-9 м/с на высоте 100 м, отвечающую требованиям производства доступной по цене электроэнергии, отметим также низкую плотность населения по сравнению с Центральной Европой или Юго-Восточной Азией, что упрощает подбор участков для строительства ветровых и солнечных электростанций [21, стр.24]. На юге страны ежедневная мощность излучения солнца достигает 4,79кВт*ч /м², что значительно выше, чем в европейских странах, возлагающих большие надежды именно на солнечную энергию (таблица 4).

Таблица 4 – Значения прямой солнечной радиации на нормальную поверхность (DNI) в разных странах

Страна	Минимальное значение DNI, кВт*ч/ м ² в день	Максимальное значение DNI, кВт*ч/ м ² в день
США	1,46	7,80
Китай	0,98	7,58
Германия	2,32	3,24
Великобритания	1,24	2,79
Казахстан	3,04	4,79
Примечание – составлено авторами на основе источника [22]		

Высокий физический и моральный износ объектов инфраструктуры играет определяющую роль в получении убытков, из-за которых в сложившееся время масштабная энергопередача неэффективна. В свете сказанного, даже невзирая на крупные инвестиции, необходимые для благоприятного интегрирования ветроэнергетики в энергосистему, ее использование будет экономически целесообразнее относительно затрат, которые понесут угольные и газовые электростанции. Если говорить о долго временной перспективе, то сооружение ветряных электростанций в местах, обладающих достаточно высоким ветряным ресурсом, будет соизмеримо с расходами на строительство новой угольной электростанции.

Казахстану, на территории которого гармонично сочетаются солнечный и ветряной потенциал, предпочтительнее развивать ВИЭ по двум причинам. Во-первых, ввиду отсутствия выбросов парниковых газов (ПГ) от ветровых и солнечных электростанций. В обозримом будущем модернизация электросетей расширит возможности для устойчивого покрытия потребности в энергии посредством ВИЭ. Во-вторых, генерация лишь одного кВт*ч электроэнергии на газотурбинной электростанции способствует выделению 0,6 кг CO₂.

В то же время нельзя забывать специфику энергосистемы Казахстана и результативность применения топлива на газовых электростанциях. Так, изменчивость погодных условий требует от энергосистемы создавать маневренные электростанции для поддержания работы ветровых и солнечных электростанций, в целом для балансирования ВИЭ. В свою очередь, эффективность газовых электростанций находит выражение как в росте выработке электроэнергии, так и наращивании производства тепла и электроэнергии на теплофикационных паровых турбинах газовых ТЭЦ. Нельзя игнорировать преобладание угольной генерации в структуре производства электроэнергии, а также тот факт, что, например, сжигание одной тонны угля приводит к образованию на 20% ПГ больше по сравнению с сжиганием энергетического эквивалента природного газа. Соответственно, в случае перевода угольных электростанций на природный газ, или в ситуации с их замещением газовой генерацией, будет иметь место уменьшение выбросов ПГ.

Невзирая на значимость, относительную простоту и энергетические возможности ВИЭ, нельзя забывать о неизбежных технико-экономических ограничениях, оказывающих воздействие на окончательные результаты от их внедрения [23]. Так, относительно низкий тариф на тепловую энергию отрицательно отражается на отдаче от ВИЭ в системах центрального теплоснабжения.

Тем не менее, принимая во внимание различного рода ограничения (тарифные, стоимостные), оказывающие влияние на стоимость энергетических ресурсов, использование ВИЭ в теплоснабжении окажется оправдано. Большей частью, сказанное коснется электрокотлов и котельных на жидком топливе, так как в этом случае внедрение комбинированной выработки тепла, базирующейся на ВИЭ, окажется экономически целесообразным даже при текущем уровне тарифов.

В части государственной политики поддержки ВИЭ выделим планируемое к 2035 г. установление тарифов, направленных на поддержание тепловой энергии, выработанной на ВИЭ. Предполагается, что в системе городского центрального теплоснабжения доля ВИЭ будет доведена до 10%.

Вместе с тем, при обосновании проектов источников теплоснабжения на ВИЭ должны быть учтены результат проведенных аукционов. Подчеркнем, что введение механизма аукционов позволило ускорить формирование конкурентной среды, мобилизовать в сектор ВИЭ зарубежные инвестиции, незначительно уменьшить тарифы на возобновляемую электроэнергию, что позитивно отразилось на поведении конечных потребителей благодаря уменьшению финансовой нагрузки на них.

Как итог, реализуемая в стране политика, нацеленная на либерализацию стоимости энергетических ресурсов, повышает привлекательность применения ВИЭ в покрытии потребностей теплоснабжения.

Трансформация национальной энергетической системы предполагает наращивание ее адаптивности посредством грамотного управления динамично меняющимся спросом, освоение разнообразных систем накопления энергии в сочетании с планомерным уменьшением использования угля.

К разряду перспективных технологий, приводящих к уменьшению выбросы ПГ в сфере промышленного производства Казахстана и ускоряющих декарбонизацию перерабатывающей промышленности, относят применение водорода. Преимущественно, это затрагивает реализацию цели декарбонизации газоснабжения, что обозначает добавление водорода в добытый природный газ до уровня 25% от

всего объема газа, который востребован промышленностью. В долгосрочном периоде декарбонизация энергетической системы Казахстана наряду с использованием ВИЭ, улавливанием и хранением углерода, неразрывно связана с водородом.

Казахстану может быть отведено ведущее место на будущих глобальных рынках водорода из-за его местонахождения между основными рынками в ЕС и крупными промышленно развитыми странами Восточной Азии. С учетом географических условий Казахстана, водород, произведенный с использованием энергии ветра и солнца, может транспортироваться в виде аммиака на рынки, где необходима зеленая энергия. В качестве альтернативы водород может использоваться в стране для изготовления высококачественной экологически чистой продукции (таблица 5).

Для стартового запуска водородной экономики следует стимулировать спрос на водород на местном уровне (например, металлургические предприятия). В долгосрочной перспективе сферой применения уже может стать накопление энергии в энергетическом секторе.

Если говорить о предпосылках развития водородной энергетики Казахстана, позволяющей диверсифицировать углеводородный сектор и выйти на новый технологический уклад, то подчеркнем, прежде всего, наличие устойчивого излишка мощностей электростанций и низкую себестоимость электроэнергии (это касается Павлодарской и Мангистауской областей). Вообще действующие мощности электростанций (7 ГВт) позволяют ежегодно производить до одного млн. тонн водорода методом электролиза. Также следует отметить наличие в стране мощной сырьевой базы металлов, в том числе редких редкоземельных и благородных металлов, разработка которых требует реализации проактивной государственной стратегии, поиска новых инвестиций, направленных на изготовление катализаторов и комплектующих для топливных элементов [24].

Одним из ограничивающих факторов применения водорода считается его высокая стоимость, снижение которой возможно с ростом результативности новых технологий и наращивания масштабов его производства. Помимо упомянутого, препятствиями освоения водорода могут стать, к примеру, незначительная емкость внутреннего рынка, высокие транспортно-логистические затраты при освоении новых рынков для расширения участия в глобальной цепочке поставок и вероятность возникновения дефицита воды, необходимой для организации технологического процесса производства «зеленого» водорода.

Ключевые факторы неопределенности связаны со стоимостью возобновляемой электроэнергии, приведенной стоимостью технологии CCUS (улавливание, использование и хранение углерода) после разворачивания их потенциала, стоимостью технологий, главным образом, электролиза. У Казахстана есть возможности, позволяющие производить водород электролизом воды посредством электроэнергии от ВИЭ, от введенной в эксплуатацию АЭС, а также в процессе становления отрасли CCS риформингом метана [25, стр.24]

К важнейшим долгосрочным возможностям для производства водорода в Казахстане наряду с накопленным технико-экономическим потенциалом ВИЭ и объемом электроэнергии ВИЭ, сконцентрированным на производстве водорода взамен использования в электроэнергетических целях, относят электролиз воды с использованием ВИЭ и риформинг метана с CCS, что гарантирует на долгосрочный период обеспеченность углекислым газом.

Таблица 5 – Ресурсный потенциал производства водорода в Казахстане к 2040 г.

	Сценарий	
	минимальный	максимальный
Электроэнергия ВИЭ на водород, ГВт·ч в год	4680	80500
Электроэнергия АЭС на водород, ГВт·ч в год	900	1530
Природный газ на водород, млрд. м ³ в год	0.36	6
Водород из воды электролизом от ВИЭ, тыс. тонн в год	85	1464
Водород из воды электролизом от АЭС, тыс. тонн в год	16	28
Водород из метана с CCS, тыс. тонн в год	68	1132
Требуемая мощность систем CCS, млн. тонн CO ₂ в год	1	11
Примечание – источник [25]		

Использование водорода в целях декарбонизации предполагает существенные вложения, поскольку будет задействована вся элементная база цепочки водородной отрасли, охватывающая затраты не только на производство и хранение, но и транспортно-логистические расходы.

Для укрепления конкурентных позиций Казахстана в будущем предстоит продвигать возобновляемую энергетику за счет совершенствования технологий электролиза путем уменьшения их стоимости, что будет достигаться всемерным развитием водородной экономики.

Данная работа позволяет заключить, что для Казахстана будущее водородной экономики будет зависеть не только от ресурсных возможностей, но и реализации стратегии, нацеленной на минимизацию негативного влияния на окружающую среду, освоение чистых технологий, встраивание в международные технологические цепочки поставок критически важных ресурсов с сохранением стратегической автономности и энергетической безопасности, независимости от совместной с центральными азиатскими странами энергосистемы.

Однако, пока технологии, основанные на применении водорода, не будут внедрены в работу промышленных предприятий, возникновение сырьевых проблем будет неизбежно, поскольку возникающие сложности с обеспечением сохранности водорода и его транспортировкой будут ограничивать производство водорода в требуемых объемах. Помимо сказанного, освоение новых технологий потребует экологически чистую электроэнергию, что неизбежно повлечет за собой увеличение поставок электроэнергии, ввод новых энергетических комплексов, оборудованных солнечными панелями и ветровыми турбинами в соответствии со стандартами ESG. Поскольку главным фактором укрепления конкурентных позиций будет доступ не к сырью, а к конкретным источникам дешевой электроэнергии, то это изменит ситуацию на сырьевых рынках, заставит предприятия разрабатывать проекты по генерации электроэнергии из ВИЭ.

ВЫВОДЫ

Энерго-сырьевая экономическая модель не позволит Казахстану снизить выбросы ПГ В среднесрочном периоде. Ограниченные меры по росту энергоэффективности и внедрению безуглеродных технологий не принесут значительный эффект. Рост экспорта и внутрипроизводственного использования угля, газа и нефтепродуктов будет играть определяющую роль в наращивании выбросов ПГ.

Модернизация национальной электроэнергетической системы Казахстана за счет ВИЭ потребует обновления энергетических сетей с параллельным планированием сетей и переменной генерации; постепенного отказа от угля в производстве электроэнергии; роста гибкости энергетической системы, предполагающей функционирование аукционов для маневренных газовых электростанций, гидроэлектростанций, ВИЭ с накопителями энергии. В этом случае достигается не просто регулирование ресурсов, но и создание ценности, рост энергоэффективности.

При этом, на наш взгляд, следует активизировать поиск возможностей для последовательного отказа от угля и продвижения ВИЭ, с одновременным наращиванием маневренности в энергетическом секторе. Акцент предпринимаемых шагов по развитию генерации должен быть направлен на рост операционной эффективности функционирующих мощностей (оптимизация затрат, продуктивную эксплуатацию и ремонт производственного оборудования), цифровизацию и внедрение инвестиционных проектов, улавливание углерода и энергоэффективность.

Для этого потребуются реформирование механизмов государственной поддержки, разработка долгосрочной программы развития энергетических отраслей, технологических преобразований и отраслевых политик, укрепления взаимоотношений государства с бизнесом, научными организациями, предприятиями, инвесторами и авторитетными зарубежными экспертами. Необходимы новые инвестиции и проактивная государственная стратегия для разработки редких и редкоземельных металлов. Окажется востребованной инвестиционная стратегия, базирующаяся на таком инструменте, как внутреннее углеродное ценообразование, в рамках всей цепочки создания стоимости.

В свете сказанного, Казахстану с учетом его высокой интегрированности в мировую экономику и значимую роль углеродоемких отраслей, следует активнее продвигать принципы зеленых облигаций Международной ассоциации рынков капитала (ICMA) и стандарты климатических бондов Инициативы климатических бондов (Climate Bond Initiative), создавать инфраструктуру финансирования проектов ESG.

Каковы приоритеты государства в рамках глобального энергетического перехода:

- совершенствование нормативно-правовой системы, ускоряющей внедрение стандартов по анализу выбросов парниковых газов;
- всестороннее содействие стратегическим отраслям с акцентом на экологичность и стандарты в области ESG;
- регулирование тарифной политики, решения логистических проблем и открытия терминалов касательно Транскаспийского коридора;
- налаживание экспорта угля на сопредельные со страной рынки (Азербайджан, Грузию, Китай и другие страны);
- продвижение партнерства горнодобывающих предприятий с научно-образовательными учреждениями с целью разработки программ повышения квалификации персонала в области цифровизации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В средне и долгосрочном периоде экономика Казахстана будет испытывать повышенные политические риски и высокую неопределенность, усилится влияние волатильности рынков, возрастет геополитическая напряженность. 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.

Авторы приходят к выводу, что в будущих электроэнергетических системах Казахстану необходимо научиться рационально сочетать доступные технологии низкоуглеродного производства электрической энергии. Генерация на основе ядерной, ветровой и солнечной энергии ускорит достижение целей декарбонизации. При этом именно изменение роли угля в экономике принесет самые существенные и социально-экономические и экологические преимущества, вызванные трансформацией на низкоуглеродный путь развития.

В предстоящих исследованиях авторы рекомендуют сконцентрировать внимание, во-первых, на росте экологических требований к выбросам угольных электростанций, во-вторых, на возрастающей угрозе потери рабочих мест в угольной генерации и смежных промышленных отраслях на фоне возможного отказа некоторых стран от ископаемого топлива для последующего перехода к декарбонизации, ускорения внедрения цифровых технологий.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Об утверждении Стратегии достижения углеродной нейтральности Республики Казахстан до 2060 года. Указ Президента Республики Казахстан от 2 февраля 2023 года № 121 [Электронный ресурс] // Әділет [web-сайт]. – 2023. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/U2300000121/info> (дата обращения: 10.02.2024).
2. Кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 года № 400-VI «Экологический кодекс Республики Казахстан» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 04.04.2024 г.) [Электронный ресурс] // ИС Параграф [web-сайт]. – 2021. – URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=39768520&show_di=1 (дата обращения 05.05.2024).
3. Глобальная зеленая повестка в Евразийском регионе. Евразийский регион в глобальной зеленой повестке. Евразийский банк развития. [Электронный ресурс] // Евразийский банк развития [web-портал]. – 2023. – URL: https://eabr.org/upload/iblock/bba/EDB_2023_Report-2_Green-Agenda_rus_2_.pdf (дата обращения 05.05.2024).
4. Vorlet S.L., De Cesare G. A comprehensive review on geomembrane systems application in hydropower // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2024. – № 189. – 113951. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113951>
5. Zafar I., Stojceska V., Tassou S. Social sustainability assessments of industrial level solar energy: A systematic review // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2024. – № 189. – 113962. – <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113962>

6. Daraeepour A., Patino-Echeverri D., Conejo A.J. Economic and environmental implications of different approaches to hedge against wind production uncertainty in two-settlement electricity markets: A PJM case study // *Energy Economics*. – 2019. – P. 336-354. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.01.015>
7. Roh S., Lee J. Differentiated influences of risk perceptions on nuclear power acceptance according to acceptance targets: Evidence from Korea // *Nuclear Engineering and Technology*. – 2017. – № 49(5). – P. 1090-1094. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.net.2017.04.005>
8. Agyekum E., Ansah M., Afornu K. Nuclear energy for sustainable development: SWOT analysis on Ghana's nuclear agenda// *Energy Reports*. – 2020. – № 6. – P.107-115. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.11.163>
9. Lee J., Cho Y. Economic value of the development of nuclear power plant decommissioning technology in South Korea// *Energy Policy*. – 2023. – №. 181. – 113695. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113695>
10. Об утверждении Концепции развития электроэнергетической отрасли Республики Казахстан на 2023 – 2029 годы. Постановление Правительства Республики Казахстан от 28 марта 2023 года № 263. [Электронный ресурс] // Әділет [web-сайт]. – 2023. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2300000263> (дата обращения 13.04.2024).
11. Мусин Б.М., Нурлан Э. Атомная энергетика Республики Казахстан: проблемы и тенденции // *Central Asian Economic Review*. – 2023. – №1. – С. 47-59. – DOI: <https://doi.org/10.52821/2789-4401-2023-1-47-59>
12. Solé J., Samsó R., García-Ladona E., et al. Modelling the renewable transition: Scenarios and pathways for a decarbonized future using pymedeas, a new open-source energy systems model // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2020. – № 132. – 110105. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110105>
13. Berg M., Hartley B., Richters O. A stock-flow consistent input-output model with applications to energy price shocks, interest rates, and heat emissions// *New Journal of Physics*. – 2015. – № 17. – 015011. – DOI: <https://doi.org/10.1088/1367-2630/17/1/015011>
14. Diego M.E., Abanades J.C. Techno-economic analysis of a low carbon back-up power system using chemical looping// *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2020. – № 132. – 110099. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110099>
15. Lv F., Wu Qiong Ren H., Zhou W., Li Q. On the design and analysis of long-term low-carbon roadmaps: A review and evaluation of available energy-economy-environment models// *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2024. – № 189(PA). – 113899. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113899>
16. Capellán-Pérez I., Blas I. de, Nieto J., Castro C. de, Miguel L.J., Carpintero, Ó., Mediavilla M., Lobejón L.F., Ferreras-Alonso N., Rodrigo P., Frechoso F., Álvarez-Antelo D. MEDEAS: a new modeling framework integrating global biophysical and socioeconomic constraints// *Energy & Environmental Science*. – 2020. – № 13. – P. 986-1017. – DOI: <https://doi.org/10.1039/C9EE02627D>
17. Об утверждении Концепции развития геологической отрасли Республики Казахстан на 2023 - 2027 годы. Постановление Правительства Республики Казахстан от 30 декабря 2022 года № 1127. [Электронный ресурс] // Әділет [web-сайт]. – 2022. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2200001127> (дата обращения 12.04.2024).
18. Assanov D, Zapasnyi V, Kerimray A. Air Quality and Industrial Emissions in the Cities of Kazakhstan// *Atmosphere*. – 2021. – V.12. – № 3. – P.314. – DOI: <https://doi.org/10.3390/atmos12030314>
19. Kapsalyamova Z., Mishra R., Kerimray A., Karymshakov K., Azhgaliyeva D. Why energy access is not enough for choosing clean cooking fuels? Evidence from the multinomial logit model// *Journal of Environmental Management*. – 2021. – № 290. – 112539. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112539>
20. Об утверждении Комплексного плана развития газовой отрасли Республики Казахстан на 2022 - 2026 годы. Постановление Правительства Республики Казахстан от 18 июля 2022 года № 488 [Электронный ресурс] // Әділет [web-сайт]. – 2022. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2200000488> (дата обращения 11.06.2024).
21. Анализ возможности внедрения различных технологий возобновляемой энергетики, включая теплоснабжение, охлаждение и горячее водоснабжение (ГВ) в разных географических зонах, с учетом ресурсного потенциала. Проект ПРООН-ГЭФ «Снижение рисков инвестирования в возобновляемые

источники энергии» [Электронный ресурс] // www.undp.org [web-сайт]. – 2022. – URL: <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-09/Исследование%20ВИЭ%20в%20ЖКХ.pdf> (дата обращения 11.06.2024).

22. Официальный сайт Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA). Статистика возобновляемых мощностей. [Электронный ресурс] // www.irena.org [web-портал]. – 2023. – URL: https://mc-cd8320d4-36a1-40ac-83cc-3389-cdn-endpoint.azureedge.net/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Mar/IRENA_RE_Capacity_Statistics_2023.pdf?rev=d2949151ee6a4625b65c82881403c2a7 (дата обращения 11.06.2024).

23. Аубакирова Г.М., Бирюков В.В., Исатаева Ф.М., Мажитова С.К. Декарбонизация экономики Казахстана: перспективы энергетического перехода // *Economics: the strategy and practice*. – 2023. – Т.18. – № (4). – С.55-72. – <https://doi.org/10.51176/1997-9967-2023-4-55-72>

24. Роль ММСП в обеспечении поставок критически важного сырья на этапе восстановления после COVID-19 в Казахстане. – Almaty, 2021 [Электронный ресурс] // www.unecsc.org [web-портал]. – 2022. – URL: <https://unece.org/sites/default/files/2022-06/Report%20MSME%20Kazakhstan%20COVID-19%20Freiman%20RUS.pdf> (дата обращения 12.04.2024).

25. Низкоуглеродное производство водорода в странах СНГ и его роль в развитии водородной экосистемы и экспортного потенциала. United nations economic commission for Europe. United nations Geneva, 2023 [Электронный ресурс] // www.unecsc.org [web-портал]. – 2023. – URL: https://unece.org/sites/default/files/2023-04/RU_Sustainable%20Hydrogen%20Production%20Pathways_final.pdf

REFERENCES

1. Ob utverzhdenii Strategii dostizheniya uglerodnoj nejtral'nosti Respubliki Kazakhstan do 2060 goda. Ukaz Prezidenta Respubliki Kazakhstan ot 2 fevralya 2023 goda № 121. (2023). Retrieved February 10, 2024, from <https://adilet.zan.kz/rus/docs/U2300000121/info> (in Russian).

2. Kodeks Respubliki Kazakhstan ot 2 yanvarya 2021 goda № 400-VI «Ekologicheskij kodeks Respubliki Kazakhstan» (s izmeneniyami i dopolneniyami po sostoyaniyu na 04.04.2024 g.). (2021). Retrieved May 5, 2024, from https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=39768520&show_di=1 (in Russian).

3. Evrazijskij bank razvitiya. (2023). Global'naya zelenaya povestka v Evrazijskom regione. Evrazijskij region v global'noj zelenoj povestke. Retrieved May 5, 2024, from https://eabr.org/upload/iblock/bba/EDB_2023_Report-2_Green-Agenda_rus-2_.pdf (in Russian).

4. Vorlet, S. L., & De Cesare, G. (2024). A comprehensive review on geomembrane systems application in hydropower. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 189, 113951. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113951>

5. Zafar, I., Stojceska, V., & Tassou, S. (2024). Social sustainability assessments of industrial-level solar energy: A systematic review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 189, 113962. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113962>

6. Daraeepour, A., Patino-Echeverri, D., & Conejo, A. J. (2019). Economic and environmental implications of different approaches to hedge against wind production uncertainty in two-settlement electricity markets: A PJM case study. *Energy Economics*, 81, 336–354. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.01.015>

7. Roh, S., & Lee, J. (2017). Differentiated influences of risk perceptions on nuclear power acceptance according to acceptance targets: Evidence from Korea. *Nuclear Engineering and Technology*, 49(5), 1090–1094. <https://doi.org/10.1016/j.net.2017.04.005>

8. Agyekum, E., Ansah, M., & Aforu, K. (2020). Nuclear energy for sustainable development: SWOT analysis on Ghana's nuclear agenda. *Energy Reports*, 6, 107–115. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2019.11.163>

9. Lee, J., & Cho, Y. (2023). Economic value of the development of nuclear power plant decommissioning technology in South Korea. *Energy Policy*, 181, 113695. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113695>

10. Ob utverzhdenii Konceptii razvitiya elektroenergeticheskoy otrasli Respubliki Kazakhstan na 2023–2029 gody. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazakhstan ot 28 marta 2023 goda № 263. (2023). Retrieved April 13, 2024, from <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2300000263> (in Russian).

11. Musin, B. M., & Nurlan, E. (2023). Atomnaya energetika Respubliki Kazakhstan: problemy i tendencii. *Central Asian Economic Review*, 1, 47–59. <https://doi.org/10.52821/2789-4401-2023-1-47-59>
12. Solé, J., Samsó, R., García-Ladona, E., et al. (2020). Modelling the renewable transition: Scenarios and pathways for a decarbonized future using pymedeas, a new open-source energy systems model. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 132, 110105. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110105>
13. Berg, M., Hartley, B., & Richters, O. (2015). A stock-flow consistent input–output model with applications to energy price shocks, interest rates, and heat emissions. *New Journal of Physics*, 17, 015011. <https://doi.org/10.1088/1367-2630/17/1/015011>
14. Diego, M. E., & Abanades, J. C. (2020). Techno-economic analysis of a low carbon back-up power system using chemical looping. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 132, 110099. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110099>
15. Lv, F., Wu, Q., Ren, H., Zhou, W., & Li, Q. (2024). On the design and analysis of long-term low-carbon roadmaps: A review and evaluation of available energy-economy-environment models. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 189(PA), 113899. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113899>
16. Capellán-Pérez, I., Blas, I. de, Nieto, J., Castro, C. de, Miguel, L. J., Carpintero, Ó., et al. (2020). MEDEAS: a new modeling framework integrating global biophysical and socioeconomic constraints. *Energy & Environmental Science*, 13, 986–1017. <https://doi.org/10.1039/C9EE02627D>
17. Ob utverzhdenii Konceptii razvitiya geologicheskoy otrasli Respubliki Kazakhstan na 2023–2027 gody. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazakhstan ot 30 dekabrya 2022 goda № 1127. (2022). Retrieved April 12, 2024, from <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2200001127> (in Russian).
18. Assanov, D., Zapasnyi, V., & Kerimray, A. (2021). Air quality and industrial emissions in the cities of Kazakhstan. *Atmosphere*, 12(3), 314. <https://doi.org/10.3390/atmos12030314>
19. Kapsalyamova, Z., Mishra, R., Kerimray, A., Karymshakov, K., & Azhgaliyeva, D. (2021). Why energy access is not enough for choosing clean cooking fuels? Evidence from the multinomial logit model. *Journal of Environmental Management*, 290, 112539. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112539>
20. Ob utverzhdenii Kompleksnogo plana razvitiya gazovoy otrasli Respubliki Kazakhstan na 2022–2026 gody. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazakhstan ot 18 iyulya 2022 goda № 488. (2022). Retrieved June 11, 2024, from <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2200000488> (in Russian).
21. PROON-GEF. (2022). Analiz vozmozhnosti vnedreniya razlichnykh tekhnologiy vozobnovlyаемoj energetiki, vklyuchaya teplosnabzhenie, ohlazhdenie i goryachee vodosnabzhenie (GV) v raznykh geograficheskikh zonah, s uchetom resursnogo potentsiala. Retrieved June 11, 2024, from <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-09/Issledovanie%20VIE%20v%20ZHKKH.pdf> (in Russian).
22. IRENA. (2023). Statistika vozobnovlyаемykh moshchnostej. Retrieved June 11, 2024, from https://mc-cd8320d4-36a1-40ac-83cc-3389-cdn-endpoint.azureedge.net/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Mar/IRENA_RE_Capacity_Statistics_2023.pdf?rev=d2949151ee6a4625b65c82881403c2a7
23. Aubakirova, G. M., Biryukov, V. V., Isataeva, F. M., & Mazhitova, S. K. (2023). Dekarbonizatsiya ekonomiki Kazakhstana: perspektivy energeticheskogo perekhoda. *Economics: The Strategy and Practice*, 18(4), 55–72. <https://doi.org/10.51176/1997-9967-2023-4-55-72>
24. UNECE. (2021). Rol' MMSP v obespechenii postavok kriticheski vazhnogo syr'ya na etape vosstanovleniya posle COVID-19 v Kazakhstane. Retrieved April 12, 2024, from <https://unece.org/sites/default/files/2022-06/Report%20MSME%20Kazakhstan%20COVID-19%20Freiman%20RUS.pdf> (in Russian).
25. UNECE. (2023). Nizkouglerodnoe proizvodstvo vodoroda v stranah SNG i ego rol' v razvitii vodorodnoj ekosistemy i eksportnogo potentsiala. Retrieved April 12, 2024, from https://unece.org/sites/default/files/2023-04/RU_Sustainable%20Hydrogen%20Production%20Pathways_final.pdf (in Russian).

**PRIORITY DIRECTIONS FOR DECARBONIZATION
OF KAZAKHSTAN'S ENERGY SECTOR**

G. M. Aubakirova¹, F. M. Isataeva^{1*}, V. V. Biryukov¹

¹Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov, Karaganda, Kazakhstan

ABSTRACT

The purpose of the study is to reveal the role of the energy sector in the decarbonization of Kazakhstan, which has enormous potential for increasing production scale and technical progress.

Methodology this study uses a mixed approach to studying the problems of decarbonization of the energy sector, involving their analysis from a position of both the global level and specifically within the framework of the experience accumulated in Kazakhstan. The use of this approach is important for choosing the country's development prospects, when national interests must correspond to global trends.

Originality/value of the research. The authors emphasize that changes being made to the energy system are affecting the economy of Kazakhstan, changing the geopolitical dynamics within the country, and could have profound consequences for the foreseeable future. In the current conditions, the promotion of all extractive industries requires the activation, on the one hand, of new measures of government assistance, on the other hand, the promotion of public-private partnerships, and the involvement of business in solving urgent problems.

Research results a comprehensive analysis of the results achieved by Kazakhstan in overcoming the difficulties of implementing a “green” approach and searching for new directions for decarbonization of the energy sector was carried out. The authors come to the conclusion that the energy system of Kazakhstan needs large-scale investments to update the energy system with adaptation to renewable energy sources. It is substantiated that changes in such important factors as the social aspect, ecology and climate, energy security and the latest technologies will significantly affect the development of coal generation and the energy prospects of Kazakhstan. It is shown that government policy should stimulate a productive transition to a low-carbon future, including by promoting research in the field of low-carbon energy and the commercialization of clean energy technologies.

Practical significance of the study. The authors hope that Kazakhstan's experience will be useful for emerging countries that are strengthening their competitive positions in international markets by introducing various mechanisms for decarbonizing the energy sector.

Keywords: decarbonization, Kazakhstan, energy, sustainability, government regulation, renewable energy sources.

**ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ СЕКТОРЫН
ДЕКАРБОНИЗАЦИЯЛАУДЫҢ БАСЫМ БАҒЫТТАРЫ**

Г. М. Әубәкірова¹, Ф. М. Исатаева^{1*}, В. В. Бирюков¹

¹Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды, Қазақстан

АНДАТПА

Зерттеудің мақсаты – Қазақстанның Өндірістік ауқымы мен техникалық прогресті ұлғайту үшін зор әлеуеті бар энергетикалық секторды декарбонизациялаудағы рөлін ашу.

Әдіснамасы – бұл зерттеуде энергетикалық секторды декарбонизациялау проблемаларын зерттеуге аралас тәсіл қолданылды, бұл оларды әлемдік деңгейде де, Қазақстан жинақтаған тәжірибе шеңберінде де талдауды көздейді. Мұндай тәсілді қолдану ұлттық мүдделер әлемдік трендтерге сәйкес келуі тиіс елдің даму перспективаларын таңдау үшін маңызды.

Зерттеудің өзіндік ерекшелігі / құндылығы – авторлар энергетикалық жүйеге енгізілетін өзгерістер Қазақстан экономикасында көрініс табатынын, Ел ішіндегі геосаяси динамиканы өзгертетінін және жақын болашақта терең салдары болуы мүмкін екенін атап көрсетеді. Қалыптасқан жағдайда барлық өндіруші салаларды ілгерілету бір жағынан мемлекеттік жәрдемдесудің жаңа шараларын жандандыруды, екінші жағынан, мемлекеттік-жекешелік әріптестікті ілгерілетуді, бизнесті шұғыл проблемаларды шешуге тартуды талап етеді.

Зерттеу нәтижелері – «жасыл» тәсілді іске асырудың қиындықтарын еңсеру және энергетикалық секторды декарбонизациялаудың жаңа бағыттарын іздеу бойынша Қазақстанның қол жеткізген нәтижелеріне кешенді талдау жүргізілді. Авторлар Қазақстанның энергетикалық жүйесі ЖЭК-ке бейімделе отырып, энергия жүйесін жаңарту үшін ауқымды инвестицияларды қажет етеді деген қорытындыға келеді. Әлеуметтік аспект, экология және климат, энергетикалық қауіпсіздік және жаңа технологиялар сияқты аса маңызды факторлардың өзгеруі Қазақстанның көмір генерациясының дамуына және энергетикалық перспективаларына айтарлықтай әсер ететіні негізделді. Мемлекеттің саясаты төмен көміртекті болашаққа өнімді көшуді, оның ішінде төмен көміртекті энергетика, таза энергетикалық технологияларды коммерцияландыру саласындағы зерттеулерге жәрдемдесу жолымен ынталандыруы тиіс екендігі көрсетілген.

Зерттеудің практикалық маңыздылығы – авторлар Қазақстанның тәжірибесі энергетикалық секторды декарбонизациялаудың түрлі тетіктерін енгізу арқылы халықаралық нарықтардағы бәсекелестік позицияларды нығайтатын, қалыптасып келе жатқан нарықтық экономикасы бар елдер үшін пайдалы болады деп үміттенеді.

Түйін сөздер: декарбонизация, Қазақстан, энергетика, тұрақтылық, мемлекеттік реттеу, жаңартылатын энергия көздері.

ОБ АВТОРАХ

Аубакирова Гульнара Муслимовна – доктор экономических наук, профессор, Карагандинского технического университета имени Абылкаса Сагинова, кафедры «Экономика и менеджмент предприятия», Караганда, Казахстан, email: rendykar@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0337-1539>

Исатаева Фарида Муратовна – доктор PhD, Карагандинского технического университета имени Абылкаса Сагинова, кафедры «Геологии и разведки месторождений полезных ископаемых», Караганда, Казахстан, email: adambekova_farid@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6208-3292>*

Бирюков Валерий Викторович - доктор экономических наук, доцент, Карагандинского технического университета имени Абылкаса Сагинова, кафедры «Экономика и менеджмент предприятия», Караганда, Казахстан, email: _valera@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2712-8840>