
От угля к возобновляемым источникам энергии

Энергопереход в электроэнергетическом секторе Казахстана

АНАЛИЗ

Agora
Energiewende



От угля к возобновляемым источникам энергии

ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ

АНАЛИЗ

От угля к возобновляемым источникам энергии

Энергопереход в электроэнергетическом секторе Казахстана

ТЕКСТ

Agora Energiewende
10178 Берлин | Анна-Луиза-Карш-Штрассе, 2
Тел.: +49 (0)30 700 14 35-000
Факс: +49 (0)30 700 14 35-129
www.agora-energiewende.de
info@agora-energiewende.de

ПАРТНЕР ПРОЕКТА

ECOJER
010000 Астана | ул. Конаева, 10
Тел.: +7 (7172) 610-145, +7 (7172) 610 149
www.ecojer.kz
info@ecojer.kz

РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОЕКТА

Филипп Годрон
Philipp.Godron@agora-energiewende.de

Верстка: Урс Кархер
Перевод: Марина Тонкопеева
Изображение на обложке: Travel With | Unsplash

296/02-A-2023/RU

Версия: 1.0, Апрель 2023



Данная работа находится под лицензией CC BY-NC-SA 4.0.

АВТОРЫ

Tatiana Lanshina (Agora Energiewende)
Philipp Godron (Agora Energiewende)

БЛАГОДАРНОСТИ

Мы хотели бы поблагодарить следующих коллег за их вклад в подготовку данной публикации: Маркуса Штайгенбергера, Матиаса Бука, Саймона Мюллера, Яхель Мильке, Киниту Шеной, Марианну Морра-Скрябину, Александру Штейнхардт, Аню Вернер, Урса Кархера (Agora Energiewende), Куаныша Балтабаева и Алана Бокаева (ECOJER), Айнур Соспанову и Тимура Шалабаева (Qazaq Green), Айдара Рыскулова (Самрук-Энерго), Дияза Байсеитова (KunTech), Ерлана Даирбекова (ПРООН Казахстан).

Для цитирования:

Agora Energiewende и ECOJER (2023):
От угля к возобновляемым источникам энергии: энергопереход в электроэнергетическом секторе Казахстана

www.agora-energiewende.de

ПРЕДИСЛОВИЕ

Уважаемые читатели,

в прошлом Казахстан не был в центре внимания мировой климатической политики. Сегодня страна занимает 7-е место в мире по углеродоемкости, а ее экономика сильно зависит от ископаемого топлива - как с точки зрения экспорта, так и с точки зрения внутреннего энергоснабжения. В свете недавних политических событий все это также вызывает интерес. Правительство Казахстана стремится диверсифицировать экономику и обязалось добиться углеродной нейтральности к 2060 году. Объявленные изменения носят фундаментальный характер и являются сложной задачей.

Более того, геополитическая роль Казахстана становится все более важной, поскольку две крупные соседние с ним страны, Россия и Китай, стремятся усилить свое влияние, а Европейский Союз является его важнейшим

инвестором. Недавно ЕС активизировал свое сотрудничество с Казахстаном, крупнейшей страной Центральной Азии, уделяя особое внимание энергетической и климатической политике.

Цель данной публикации – представить актуальный обзор энергетического сектора Казахстана, при этом уделив особенное внимание роли угля, необходимости модернизации и огромному потенциалу возобновляемых источников энергии. Если страна преуспеет в выполнении обязательства по углеродной нейтральности, она станет примером не только для соседних стран Центральной Азии, но и для других средних по размеру углеродоемких экономик по всему миру.

Мы надеемся, что наш доклад будет полезным для вас.

Маркус Штайгенбергер
Управляющий директор, *Agora Energiewende*

Основные выводы

1

Экономика Казахстана в значительной степени зависит от ископаемого топлива, при этом угольные электростанции вырабатывают две трети электроэнергии в стране. Долгосрочные цели по увеличению доли возобновляемой и атомной энергии в производстве электроэнергии до 50% к 2050 году и по достижению углеродной нейтральности к 2060 году способствовали привлечению значительных начальных инвестиций в ветровую и солнечную энергетику. В 2022 году доля ВИЭ в выработке электроэнергии (не считая крупные ГЭС) достигла 4,5%, а ветровая и солнечная генерация была конкурентоспособна в сравнении с тепловой генерацией.

2

Необходимая модернизация энергосистемы Казахстана может идти рука об руку с переходом к возобновляемым источникам энергии. Поскольку средний возраст парка угольных электростанций составляет 50 лет, расширение использования возобновляемых источников энергии для замены тепловых электростанций позволит стране избежать инвестиций в активы которые не будут востребованы в будущем.

3

Для ускоренного внедрения возобновляемых источников энергии требуются перемены в энергетической политике. В настоящее время субсидирование ископаемого топлива, низкие тарифы на угольную и газовую электроэнергию, преобладание ТЭЦ в производстве электричества и тепла, а также дефицит мощностей по передаче и распределению электроэнергии препятствуют расширению использования ветровой и солнечной энергии.

4

Для перехода к энергосистеме, основанной на ВИЭ, необходимы следующие три шага. Во-первых, модернизация и дальнейшее развитие сетей, способных интегрировать высокую долю возобновляемой энергии. Во-вторых, повышение гибкости энергосистемы за счет управления спросом, систем хранения энергии, гидроэнергетических мощностей и иных технологий. В-третьих, четкий план постепенного отказа от угля, включающий поддержку структурных изменений в угольных регионах.

Содержание

1	Введение	5
2	Основные экономические и социальные показатели	7
3	Климатические амбиции	11
4	Энергетический сектор сегодня	12
4.1	Производство и потребление электроэнергии	12
4.2	Системы передачи и распределения электрической энергии	15
5	Роль угольной энергетики	18
5.1	Добыча угля и ее экономическое значение	18
5.2	Возраст, расположение и основные характеристики парка угольных электростанций	19
5.3	Вызовы постепенного сокращения производства электроэнергии за счет угля	22
6	Перспективы возобновляемой энергетики	24
6.1	Потенциал солнечной фотоэлектрической и ветровой энергетики	24
6.2	Регулирование сектора возобновляемых источников энергии	28
6.3	Препятствия и возможности	31
7	Выводы	34

1 Введение

Казахстан является крупным эмитентом парниковых газов (ПГ). В 2021 году он занимал 24-е место в мире по совокупным выбросам CO₂ от ископаемого топлива и 13-е место – по выбросам на душу населения, а также 7-е место по углеродоемкости ВВП,¹ а его доля в мировых выбросах CO₂ от ископаемого топлива составляла 0,75%.² Важной особенностью Казахстана является то, что на него приходится гораздо более значительная доля глобальных выбросов, чем глобальной добавленной стоимости. В 2021 году доля Казахстана в мировом ВВП составляла всего 0,37%.³

Казахстан богат нефтью, природным газом и углем и является нетто-экспортером ископаемого топлива. Кроме того, уголь является основой казахстанской электроэнергетики, на него приходится около 67% выработки электроэнергии в стране⁴ и 65% выбросов CO₂ от ископаемого топлива.⁵ Таким образом, энергетический сектор Казахстана и вся экономика в целом сильно зависят от ископаемого топлива.

В то же время Казахстан поставил перед собой амбициозные цели в области климата и декарбонизации: страна намерена увеличить долю

возобновляемой и альтернативной энергии в производстве электроэнергии до 50% в 2050 году и добиться углеродной нейтральности к 2060 году. И первые шаги в данном направлении уже сделаны. Например, за последние пять лет, к концу 2022 года, Казахстан увеличил долю солнечной и ветровой энергии в производстве электроэнергии почти с 0% до 3,7%.⁶ Президент Казахстана Касым-Жомарт Токаев неоднократно подтверждал намерение страны и ее руководства предпринимать более смелые и целенаправленные действия в борьбе с изменением климата.⁷ В январе 2022 года он заявил, что Казахстан уже приступил к декарбонизации экономики и намерен достичь углеродной нейтральности к 2060 году.⁸ Впереди еще очень долгий путь, но первые результаты и твердое намерение осуществлять декарбонизацию позволяют предположить, что Казахстан может стать положительным примером преобразований для других не западных экономик, зависимых от ископаемого топлива.

Настоящий доклад анализирует текущую ситуацию в электроэнергетическом секторе Казахстана, оценивает возраст существующего парка угольных электростанций и пер-

1 Global Carbon Atlas (2022). Выбросы ископаемых видов топлива. URL: <http://www.globalcarbonatlas.org/en/CO2-emissions>.

2 Our World in Data (2022). Kazakhstan: CO₂ Country Profile. URL: <https://ourworldindata.org/CO2/country/kazakhstan>.

3 The World Bank (2022). GDP, PPP (current international \$). URL: https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.PP.CD?most_recent_value_desc=true.

4 Ember (2022). Global Electricity Review 2022. URL: <https://ember-climate.org/insights/research/global-electricity-review-2022/>.

5 Global Carbon Atlas (2022). Fossil Fuels Emissions. URL: <http://www.globalcarbonatlas.org/en/CO2-emissions>.

6 Министерство энергетики (2022). Информация о производстве электроэнергии объектами возобновляемой энергетики в 2022 году. URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/energo/documents/details/403997?lang=ru>.

7 Смакова А. (2020). Касым-Жомарт Токаев: Хочу подтвердить наше намерение бороться с изменением климата. URL: <https://informburo.kz/novosti/kasym-zhomart-tokaev-ya-hochu-eshchyo-raz-podtverdit-nashe-namerenie-borotsya-s-izmeneniyami-klimata.html>.

8 Kazinform (2022). Казахстан приступил к декарбонизации экономики - Касым-Жомарт Токаев. URL: https://www.inform.kz/ru/kazakhstan-vstal-na-relsy-dekarbonizacii-ekonomiki-kasym-zhomart-tokaev_a3890597.

спективы его вывода из эксплуатации или, по крайней мере, поэтапного сокращения, исследует конкурентоспособность солнечной и ветровой генерации, а также выявляет препятствия и возможности широкомасштабного внедрения ВИЭ.

2 Основные экономические и социальные показатели

Казахстан – страна в Центральной Азии, входившая в состав бывшего Советского Союза. Казахстан граничит с Россией, Китаем, Кыргызстаном, Узбекистаном и Туркменистаном (Рисунок 1). В последнее время в стране наблюдается высокий уровень естественного прироста населения: в 2021 году численность населения страны составила 19 млн человек, по сравнению с 14,9 млн человек в 2000 году.⁹ Казахстан обладает ярко-выраженным континентальным климатом с продолжительным жарким летом и продолжительной холодной зимой. В стране преобладает равнинный

рельеф с небольшими холмами; значительную площадь занимают степи. Казахстан имеет огромную территорию — это самая большая страна в мире, не имеющая выхода к океану (хотя у страны есть выход к Каспийскому морю), и девятая по площади страна в мире (2 724 902 км²).¹⁰

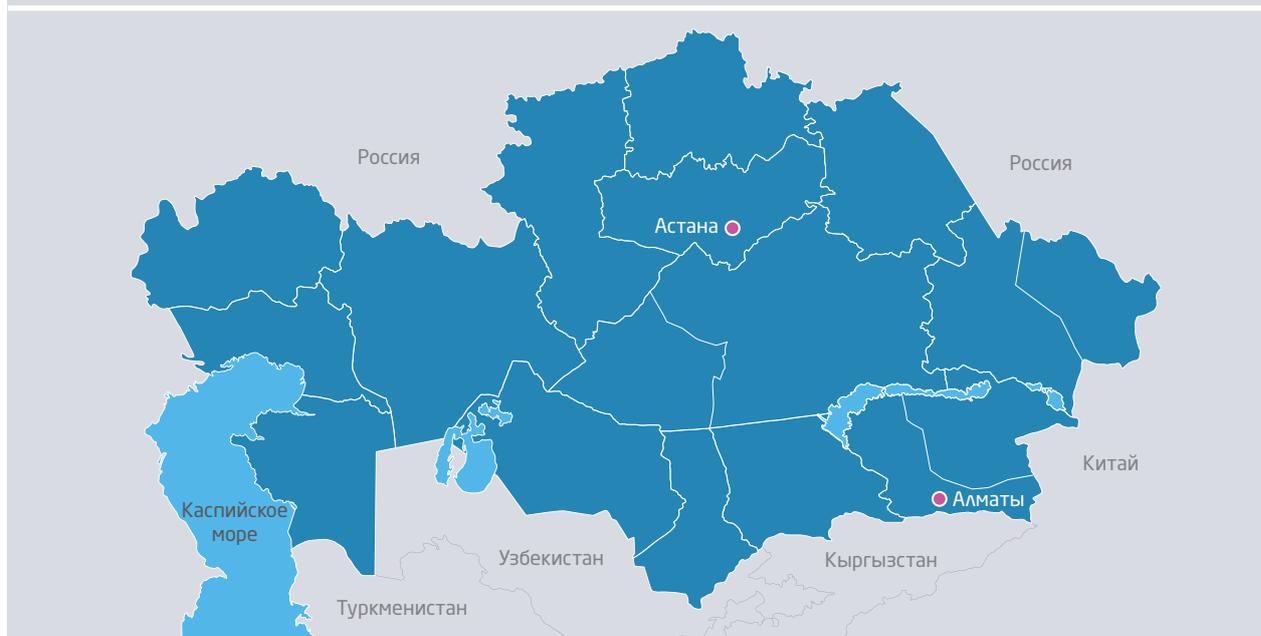
С 1997 года столицей Казахстана является город Астана (первоначально Акмолинск), который в 2019–2022 годах носил имя Нур-Султан. Население Астаны увеличилось с 0,3 млн человек в 1997 году до 1,3 млн человек в 2022

9 The World Bank (2022). Population, total - Kazakhstan. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=KZ>.

10 World Data. Kazakhstan. URL: <https://www.worlddata.info/asia/kazakhstan/index.php>.

Карта Казахстана

Рисунок 1



Astanatimes.com (2022); Примечание: в 2022 году в Казахстане были созданы три новых региона (Абайская, Жетысуская и Улытауская области). Здесь показаны новые границы регионов.

году.¹¹ Сейчас Астана - второй по величине город в стране. До 1997 года столицей Казахстана был город Алматы, который до сих пор сохраняет статус крупнейшего города с населением 2 млн человек, а также статус финансового и экономического центра страны.

В 2021 году Казахстан занимал 41-е место в мире по объему ВВП по паритету покупательной способности (в текущих международных долларах) – 543 млрд долл.¹² Всемирный банк относит Казахстан к странам с уровнем дохода выше среднего, наряду с такими странами, как Бразилия, Китай, Россия и ЮАР.¹³

Казахстан – крупный производитель и экспортер всех видов ископаемого топлива. По состоянию на 2018 год он занимал 9-е место в мире по добыче угля, 17-е – по добыче сырой нефти и 24-е – по добыче природного газа, и, соответственно, был 9-м, 9-м и 12-м крупнейшим экспортером данных видов топлива.¹⁴ Казахстан экспортировал большую часть ископаемого топлива через Россию, но из-за вторжения России в Украину начал искать новые маршруты в обход России. Кроме того, Казахстан сам выступает в качестве транзитной страны для поставок туркменского и узбекского природного газа в Китай и Россию. Казахстан также занимает первое место в мире по добыче урана – в 2021 году он обеспечил 45%

мировых поставок.¹⁵ Интересно, что Казахстан сам не использует свой уран – его единственная атомная электростанция в Актау (реактор БН-350) была закрыта в 1999 году.

В основе экономики Казахстана лежит ископаемое топливо, в особенности нефтяная промышленность. В 2020 году доходы от нефти, природного газа и угля составили 9,3%, 1,0% и 0,6% ВВП Казахстана соответственно,¹⁶ а 45% государственного бюджета было обеспечено поступлениями от нефтяной промышленности.¹⁷ В 2021 году на нефть приходилось более 50% экспорта страны.¹⁸ К прочим важным экспортным категориям относятся металлы и зерно.

В последние два десятилетия в Казахстане наблюдался быстрый экономический рост и значительное сокращение бедности. Среднегодовой прирост ВВП составлял 10% в 2000–2007 гг. и 6% в 2010–2014 гг. (Рисунок 2). Уровень бедности снизился с почти 60% в 2002 году до 4% в 2019 году.¹⁹ В данный момент в стране растет средний класс. Основной причиной столь быстрого улучшения ситуации стала масштаб-

11 PopulationStat (2022). Population. URL: <https://populationstat.com/kazakhstan/astana>.

12 The World Bank (2022). GDP, PPP (current international \$). URL: https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.PP.CD?most_recent_value_desc=true.

13 The World Bank (2022). The World by Income and Region. URL: <https://datatopics.worldbank.org/world-development-indicators/the-world-by-income-and-region.html>.

14 IEA (2020). Kazakhstan energy profile. URL: <https://www.iea.org/reports/kazakhstan-energy-profile>.

15 World Nuclear Association (2022). World uranium mining production. URL: <https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/mining-of-uranium/world-uranium-mining-production.aspx>.

16 The World Bank (2022). Data. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/>.

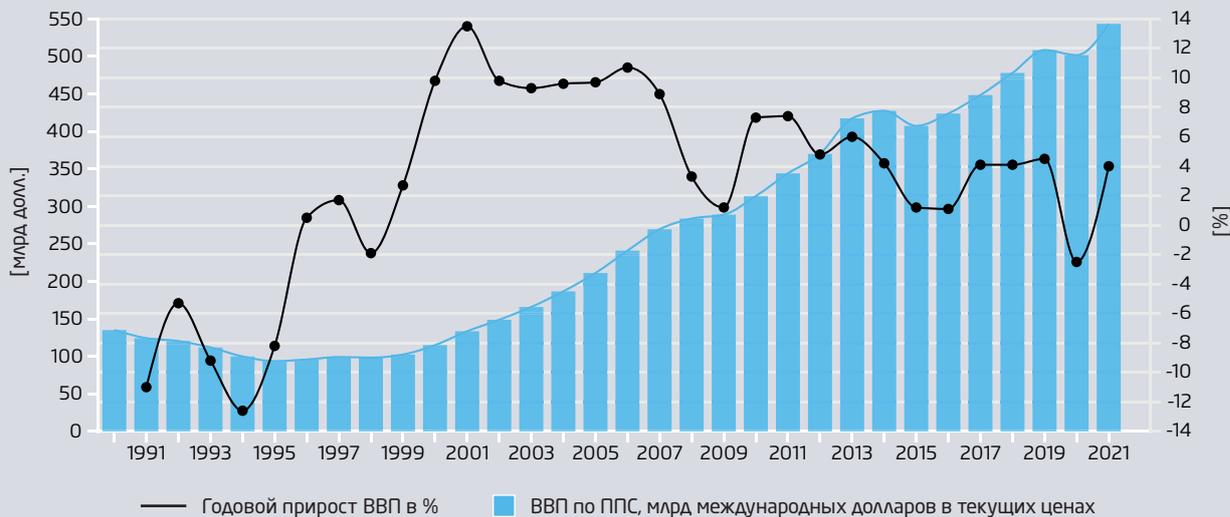
17 Kaztag (2021). Зависимость бюджета Казахстана от нефтяных доходов увеличилась до 45% в 2020 году. URL: <https://kaztag.kz/ru/news/do-45-vyros-la-v-2020-godu-zavisimost-byudzhet-a-kazakhstan-ot-neftyanykh-dokhodov-mne>.

18 Институт экономических исследований (2022). Итоги внешней торговли Республики Казахстан за 2021 год. URL: https://economy.kz/ru/Novosti_instituta/id=4092/arch=2021_33.

19 The World Bank Group (2022). Kazakhstan – Country Climate and Development Report. URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099420411012246024/pdf/P1773690ad92b401b089700f5be8659ecf0.pdf>.

ВВП Казахстана и его годовой прирост (%), 1990-2021

Рисунок 2



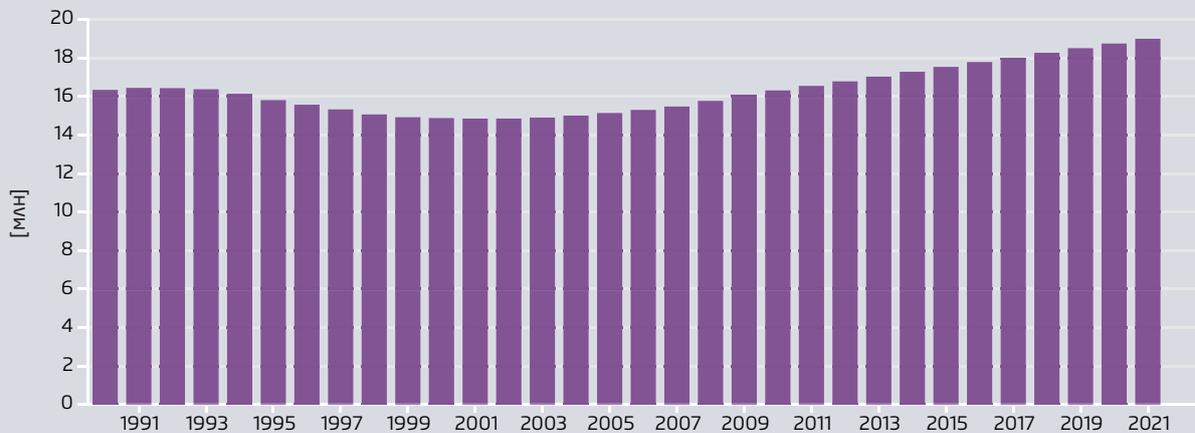
The World Bank (2022)

ная добыча ископаемого топлива в сочетании с высокими ценами на нефть. Однако уровень жизни значительно различается в зависимости от региона.

Эти тенденции также сопровождались быстрым ростом численности населения, который начался в начале 2000-х годов и с тех пор не прекращался (Рисунок 3).

Население Казахстана, 1990-2021

Рисунок 3



The World Bank (2022)

Казахстан характеризуется неэффективным использованием своих ресурсов. Его экономика является одной из самых энергоемких в мире. По оценке Enerdata, в 2021 году Казахстан занимал восьмое место в мире по этому показателю, уступая (в порядке возрастания) Узбекистану, Нигерии, Канаде, Тайваню, Кувейту, России и Ирану. Энергоемкость ВВП Казахстана составила 0,156 кое/\$15р (килограмм нефтяного эквивалента/доллар ВВП в постоянных ценах 2015 года, по паритету покупательной способности), что в три раза выше, чем в стране с самым низким значением – Великобритании (0,053 кое/\$15р) – и на 40% выше, чем в среднем по миру.²⁰

20 Enerdata (2022). Energy intensity.
URL: <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-energy-intensity-gdp-data.html>.

3 Климатические амбиции

Казахстан подписал и ратифицировал Парижское соглашение по климату, а также представил в РКИК ООН (Рамочная конвенция ООН об изменении климата) первый определяемый на национальном уровне вклад (ОНУВ) в 2016 году. Безусловной целью ОНУВ является сокращение выбросов ПГ на 15% к концу 2030 года по сравнению с 1990 годом, включая землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство (ЗИЗЛХ). Также установлена цель по сокращению выбросов ПГ на 25% к концу 2030 года по сравнению с 1990 годом при условии дополнительных международных инвестиций, предоставления доступа к международному механизму трансфера низкоуглеродных технологий, доступа к грантовой помощи из Зеленого климатического фонда.²¹

Climate Action Tracker оценивает условную цель ОНУВ Казахстана как почти достаточную, а безусловную – как недостаточную. По их оценкам, чтобы соответствовать ограничению в 1,5°C, стране необходимо снизить выбросы на 31-43% к 2030 году по сравнению с уровнем 1990 года.²² Выбросы ПГ в Казахстане увеличились за последнее десятилетие, а в 2019 году выбросы ПГ, включая ЗИЗЛХ, были на 2% ниже, чем в 1990 году.²³ Это делает достижение целей

ОНУВ невозможным без изменения привычных подходов.

Казахстан планирует обновить ОНУВ и в настоящее время работает над объединением компонентов по смягчению последствий изменения климата и адаптации в единый документ.²⁴ Однако по состоянию на начало 2023 года эта работа еще не завершена.²⁵

В декабре 2020 года президент Казахстана Касым-Жомарт Токаев пообещал, что Казахстан станет углеродно-нейтральным к 2060 году.²⁶ Чтобы этого достичь, необходима масштабная трансформация и отход от ориентации экономики на ископаемое топливо, а также закрепление перехода к возобновляемым источникам энергии в качестве приоритета политики. Однако на сегодняшний день Climate Action Tracker оценивает степень реализации цели Казахстана по достижению углеродной нейтральности как низкую.²⁷

21 UNFCCC (2016). Intended Nationally Determined Contribution - Submission of the Republic of Kazakhstan. URL: https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/INDC%20Kz_eng.pdf.

22 Climate Action Tracker (2022). Kazakhstan. Country Summary. URL: <https://climateactiontracker.org/countries/kazakhstan/>.

23 Всемирный банк (2021). Эффективное управление качеством воздуха в Казахстане и его влияние на выбросы парниковых газов. URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099450003142235154/pdf/P170870149c3140d154c61413a1b8ef13c60a49a6a58.pdf>.

24 Climate Promise. UNDP (2022). Kazakhstan. URL: <https://climatepromise.undp.org/what-we-do/where-we-work/kazakhstan>.

25 UNFCCC (2022). NDC Registry. URL: <https://unfccc.int/NDCREG>.

26 Climate Ambition Summit (2020). Kassym-Jomart Tokayev President of Kazakhstan. URL: <https://www.climateambitions summit2020.org/ondemand.php>.

27 Climate Action Tracker (2022). Kazakhstan. Country Summary. URL: <https://climateactiontracker.org/countries/kazakhstan/>.

4 Энергетический сектор сегодня

4.1 Производство и потребление электроэнергии

После распада СССР из-за разрыва экономических связей с другими республиками Казахстан пережил резкий промышленный спад (Рисунок 2), что привело к значительному падению спроса на электроэнергию (Рисунок 4) и падению объемов производства электроэнергии (Рисунок 5). Рост как спроса на электроэнергию, так и ее производства возобновился только в 2000 году в связи с экономическим бумом, вызванным ростом цен на нефть и стратегическим развитием нефтяной промышленности. В 2020 году Казахстан произвел на 27% больше электроэнергии, чем в 1990 году, а в 2018 году потребление электроэнергии достигло уровня 1990 года.

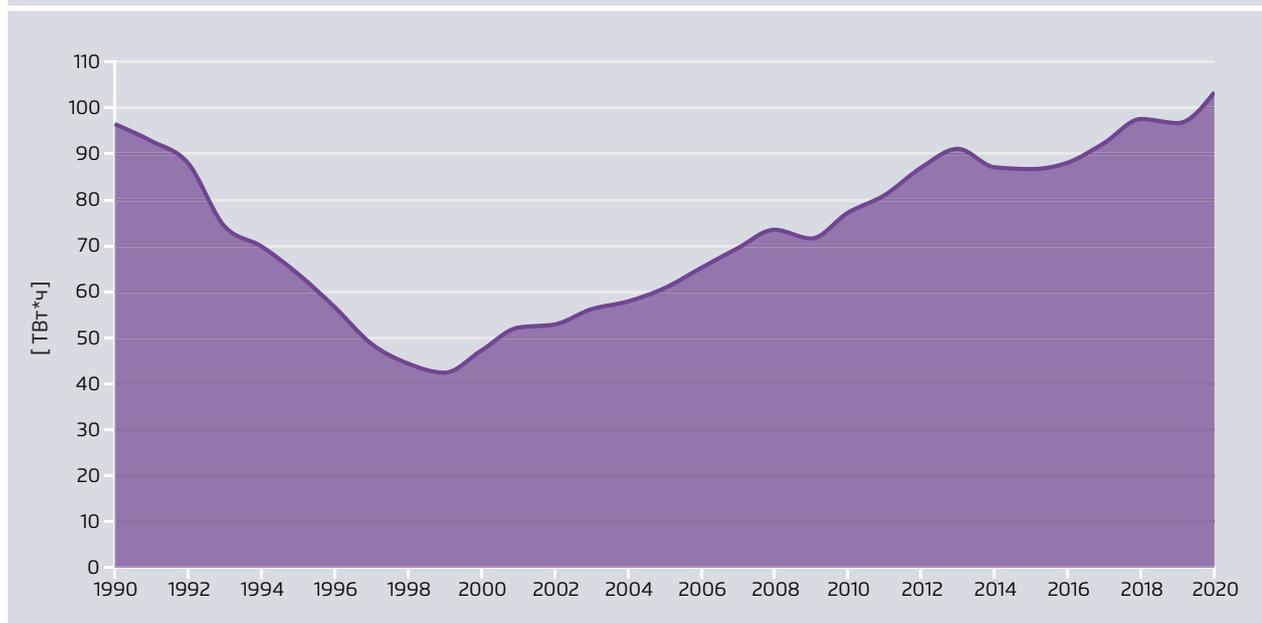
В начале 2022 года энергосистема Казахстана включала в себя более 200 электростанций общей установленной мощностью 24 ГВт. Объем выработки электроэнергии в 2021 году составил 114,4 ТВт*ч.²⁸

Электроэнергетический сектор Казахстана состоит из рынка двухсторонних контрактов, спот-рынка, балансирующего рынка (работает в имитационном режиме), рынка системных услуг, а также рынка мощности. Оптовый рынок электроэнергии либерализован, и на нем преобладают двухсторонние контракты между генерирующими компаниями и круп-

28 Министерство энергетики Республики Казахстан (2022). Концепция развития электроэнергетики Республики Казахстан до 2035 года. URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/energo/documents/details/349883?lang=ru>.

Потребление электроэнергии в Казахстане, 1990-2020

Рисунок 4



IEA (2022)

ными потребителями, а также региональными компаниями по распределению электроэнергии.²⁹

В производстве электроэнергии доминирует государственная компания «Самрук-Энерго». Однако существует также множество частных генераторов. Передача электроэнергии осуществляется государственной компанией KEGOC, которая выполняет функции оператора магистральных электросетей и системного оператора. В распределении электроэнергии участвует 21 региональная распределительная компания. Рынок розничной торговли является конкурентным, на нем при-

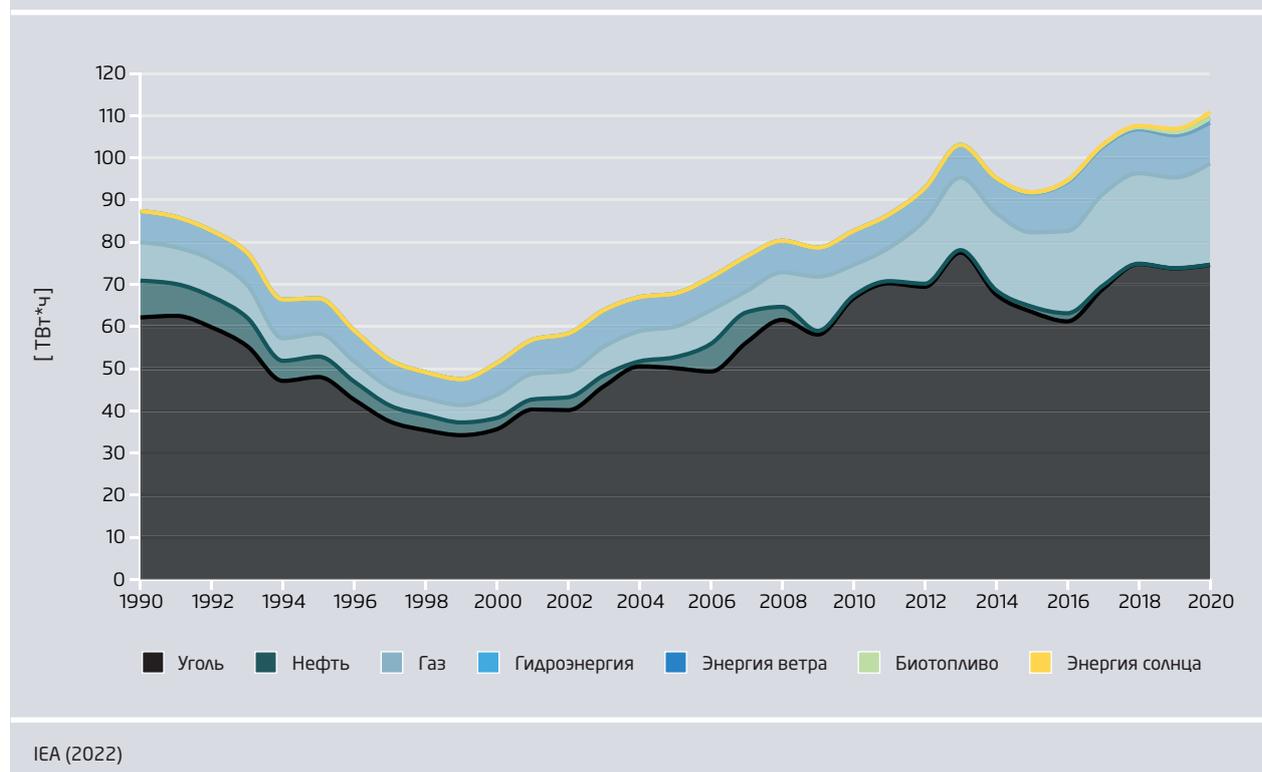
сутствует множество розничных компаний-поставщиков. Казахстан, наряду с Арменией, Беларусью, Кыргызстаном и Россией, является членом Евразийского экономического союза (ЕАЭС), в рамках которого к 2019 году планировалось создание общего рынка электроэнергии. В 2020 году запуск общего рынка был отложен до 2025 года.

Уголь всегда играл центральную роль в электроэнергетическом секторе Казахстана, обеспечивая 67% от общего объема производства электроэнергии в 2021 году (Рисунок 5). Около 80% электроэнергии производится в северной части страны (особенно в Павлодарской и Карагандинской областях), в основном вблизи угольных шахт, где добывается дешевый уголь. На юге страны электроэнергию генерируют за счет природного газа, однако этого не хватает для снабжения южных регио-

29 The World Bank (2017). Stuck in transition: reform experiences and challenges ahead in the Kazakhstan power sector. URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/104181488537871278/pdf/113146-PUB-PUBLIC-PUBDATE-2-27-17.pdf>.

Производство электроэнергии в Казахстане, 1990-2020

Рисунок 5



нов, поэтому электроэнергия также поставляется из северных регионов и импортируется³⁰. Помимо угля, двумя другими значимыми источниками электроэнергии в Казахстане являются природный газ (20%) и гидроэнергия (9%), причем большинство гидроэлектростанций осталось с советских времен. Доля солнечной фотоэлектрической и ветровой энергии в 2022 году достигла в совокупности 3,7% от общего производства электроэнергии, доля ВИЭ без крупных гидроэлектростанций составила 4,5%.³¹

В последнее время в Казахстане наблюдался стремительный рост энергоемкого майнинга криптовалют. Это привело к значительному росту потребления электроэнергии (на 6% в 2021 году по сравнению с 2020 годом) и участвовавшим случаям отключения электричества. Большая часть майнинга была незаконной, при этом майнеры ничего не платили за электроэнергию. По состоянию на январь 2022 года Казахстан занимал третье место в мире по объему майнинга криптовалюты (13,2% мирового хешрейта), после США (37,8%) и материкового Китая (21,1%).³² В июне 2021 года Китай ввел запрет на майнинг и обращение криптовалюты, поскольку это значительно увеличило нагрузку на китайскую энергосистему, что привело к аварийным отключениям целых регионов. Вследствие этого многие майнинговые фермы переместились в другие страны, в том числе в Казахстан. После нескольких месяцев нулевого хешрейта, в сен-

тябре 2021 года в материковом Китае снова была зарегистрированы случаи производства криптовалюты. Это говорит о возникновении в стране значительного подпольного производства.³³ Казахстан также начал вводить ограничения на майнинг криптовалют (например, налог в размере 1 тенге или 0,2 цента за 1 кВт*ч, потребленный зарегистрированными майнерами, начиная с 1 января 2022 года³⁴), а казахстанский сетевой оператор КЕГОС отключил электроэнергию для майнеров криптовалют.³⁵ В конце 2022 года последовали новые ограничения. В декабре 2022 года был одобрен законопроект «О цифровых активах Республики Казахстан» и несколько связанных с ним законодательных актов, которые обеспечат майнерам потребление электроэнергии из общей энергосистемы только в периоды ее профицита и при условии уплаты налогов, включая корпоративный налог.³⁶ Это снизит привлекательность Казахстана для майнеров криптовалют.

Как показывает история с майнингом криптовалют, Казахстан уже сталкивается с нехваткой электроэнергии. Кроме того, наблюдается рост потребления электроэнергии в связи со снятием ограничений COVID-19. В более долгосрочной перспективе, в 2022-2027 гг. Мини-

30 EBRD&CIF (2019). Renewable energy in Kazakhstan. URL: <https://www.ebrd.com/documents/ict/renewable-energy-in-kazakhstan.pdf>.

31 Министерство энергетики (2022). Информация о производстве электроэнергии объектами возобновляемой энергетики в 2022 году. URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/energo/documents/details/403997?lang=ru>.

32 University of Cambridge (2022). Cambridge Bitcoin Electricity. URL: https://ccaf.io/cbeci/mining_map.

33 University of Cambridge (2022). Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index. URL: https://ccaf.io/cbeci/mining_map.

34 Tassev L. (2022). Kazakhstan Introduces Surcharge for Electricity Used by Crypto Miners // Bitcoin.com. URL: <https://news.bitcoin.com/kazakhstan-introduces-surcharge-for-electricity-used-by-crypto-miners/>.

35 Bloomberg (2022). Kazakhstan Unplugged Bitcoin Miners Before Blackout Hit Region. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-01-25/kazakhstan-unplugged-bitcoin-miners-before-blackout-hit-region>.

36 Sputnik (2022). Как Казахстан будет регулировать майнинг криптовалюты. URL: <https://ru.sputnik.kz/20221207/kak-v-kazakhstane-budut-regulirovat-mayning-kriptovalyut-30085997.html>.

стерство национальной экономики Республики Казахстан ожидает сильного экономического роста, с ежегодным увеличением ВВП от 2,2% до 4,4%.³⁷ Также ожидается продолжение роста численности населения – к 2027 году население увеличится на 7% по сравнению с 2022 годом и достигнет 20,6 млн человек.³⁸ Учитывая эти тенденции, потребление и производство электроэнергии также будут расти. В частности, к 2035 году производство электроэнергии увеличится на 33%, до 152,9 млрд кВт*ч по

сравнению с 2022 годом.³⁹ Это делает энергетический переход и развитие современных электроэнергетических технологий еще более приоритетным, в том числе по причинам безопасности энергоснабжения.

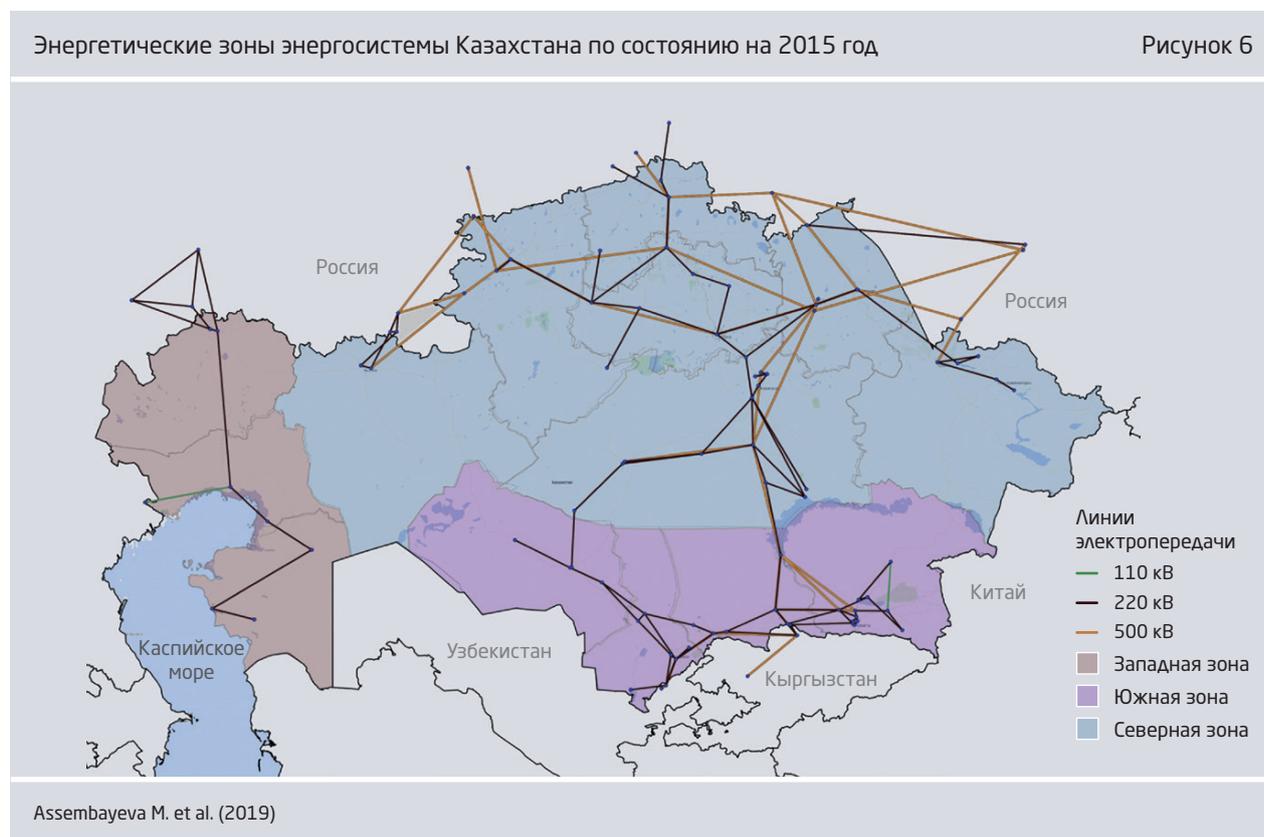
4.2 Системы передачи и распределения электрической энергии

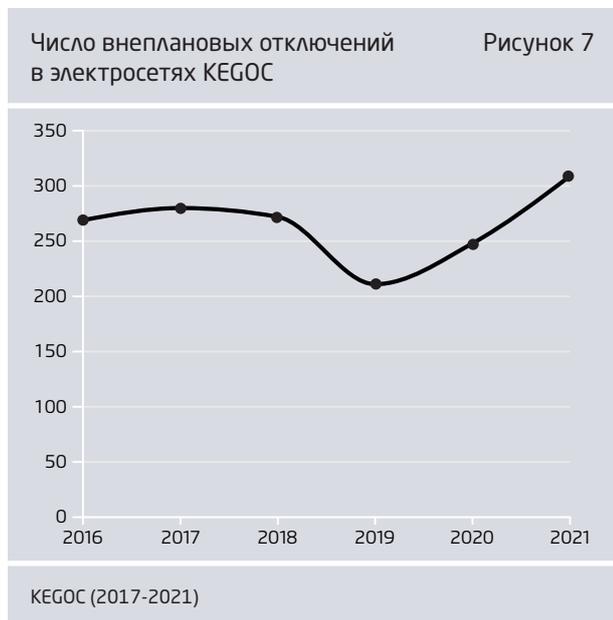
Единая энергетическая система Казахстана разделена на три зоны – северную, южную и западную (Рисунок 6). Северная зона производит избыточное количество электроэнергии и связана с южной зоной. Исторически

37 Министерство национальной экономики Республики Казахстан (2022). Прогноз социально-экономического развития Республики Казахстан на 2027-2023 годы. URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/economy/documents/details/310234?lang=ru>.

38 Там же.

39 Министерство энергетики Республики Казахстан (2022 год). Концепция развития электроэнергетики Республики Казахстан до 2035 года. URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/energo/documents/details/349883?lang=ru>.





северная зона также была хорошо связана с российской энергетической системой. Южная зона является энергодефицитной и покрывает свой дефицит за счет поставок с севера. В советское время южный Казахстан входил в энергетическую систему Центральной Азии совместно с Кыргызстаном, Таджикистаном, Туркменистаном и Узбекистаном. Обмен значительными объемами электроэнергии с Кыргызстаном и Узбекистаном происходит в южном регионе и сегодня. Западная зона изолирована от северной и южной зон и связана с Россией. Изолированность западной зоны всегда создавала проблемы для ее электроснабжения. На протяжении многих лет данный вопрос стоит на повестке дня Министерства энергетики. В будущем планируется объединение всех трех зон.

Энергетическая сеть страны была построена в советское время и с тех пор не подвергалась существенной модернизации.⁴⁰ Ее основ-

ными характеристиками являются хроническое недоинвестирование и потребность в значительном развитии инфраструктуры. Сети передачи и распределения электроэнергии крайне неэффективны из-за устаревшего оборудования, больших расстояний и континентального климата, что приводит к значительным потерям электроэнергии. Потери при передаче составляют 6–7%, а потери при распределении – в среднем около 14%, варьируя в диапазоне от 6% до 18%. Большинство распределительных линий находятся в эксплуатации более 40 лет.⁴¹

В 2021 году КЕГОС (Рисунок 7) зарегистрировал 309 внеплановых отключений в электрических сетях. Это на 25% больше, чем в 2020 году. Кроме того, в последние годы аварийные отключения котлов, турбин и энергоблоков электростанций стали более частыми и продолжительными (Рисунок 8, Рисунок 9). Аварийные отключения генерирующего оборудования значительно снижают надежность национальной электроэнергетической системы.

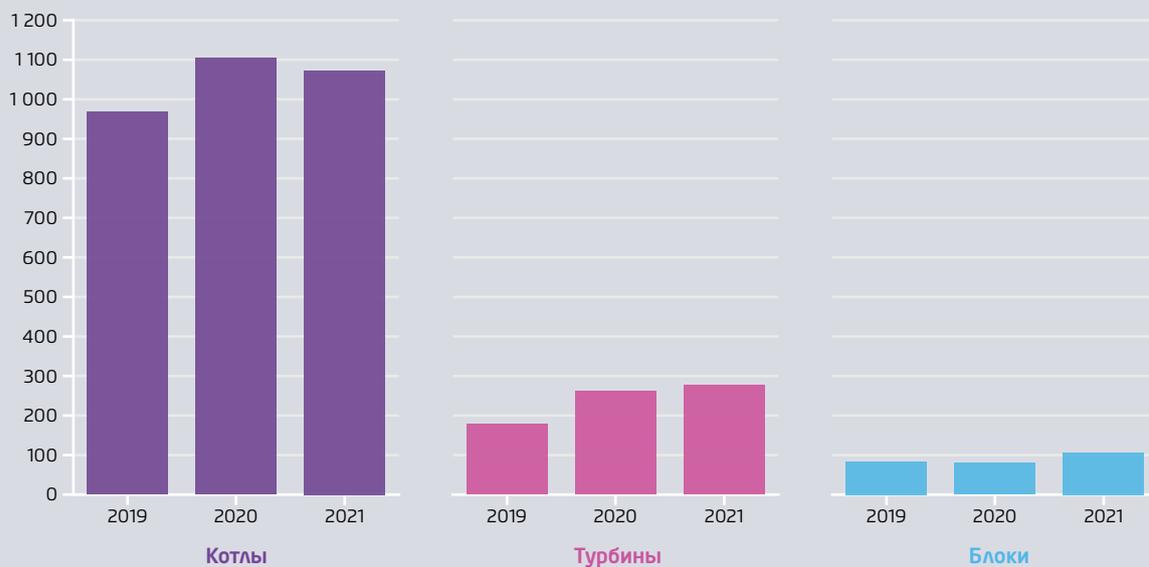
Очевидно, что системы передачи и распределения электроэнергии в Казахстане нуждаются в модернизации. Западная энергетическая зона не объединена с остальной частью страны, а связь между северной и южной зонами является слабой. Это создает препятствия для внедрения переменной возобновляемой генерации и усложняет обеспечение надежности поставок. Необходимо также учитывать планы по увеличению производства возобновляемой электроэнергии и своевременно согласовывать их с планами по развитию энергосистемы.

40 Irvin J. (2021). Energizing Kazakhstan: Renewable Energy Opportunities // Green FDC. URL: <https://greenfdc.org/energizing-kazakhstan-renewable-energy-opportunities/>.

41 Министерство энергетики Республики Казахстан (2022 год). Концепция развития электроэнергетики Республики Казахстан до 2035 года. URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/energo/documents/details/349883?lang=ru>.

Число аварийных отключений котлов, турбин и блоков тепловых электростанций

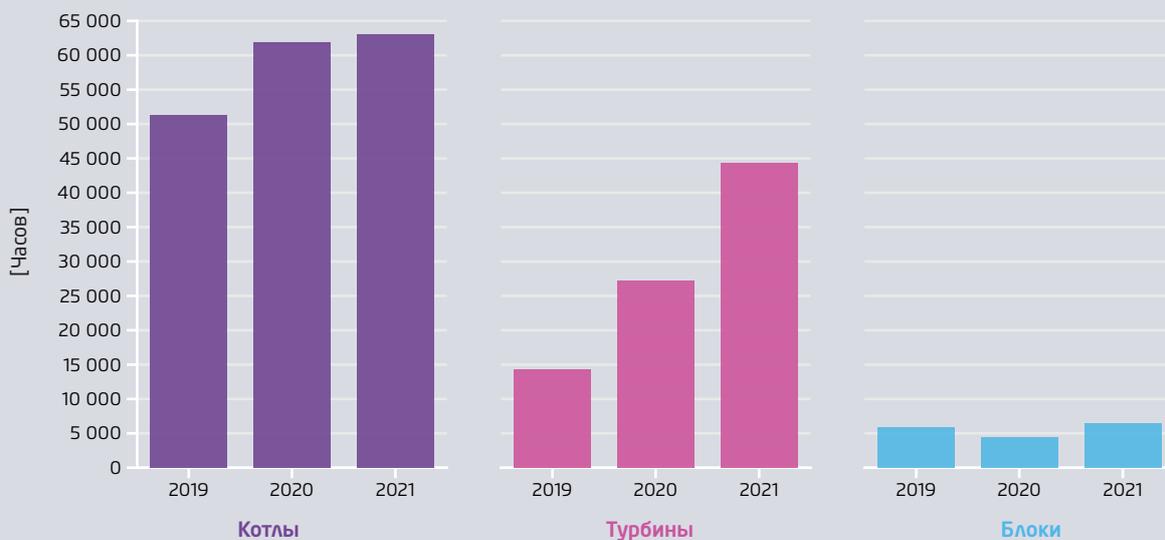
Рисунок 8



KEGOC (2021)

Общая продолжительность аварийных отключений котлов, турбин и блоков тепловых электростанций

Рисунок 9



KEGOC (2017-2021)

5 Роль угольной энергетики

5.1 Добыча угля и ее экономическое значение

Казахстан обеспечен запасами угля более чем на 250 лет и занимает 8-е место в мире по подтвержденным запасам угля всех типов, от бурого до каменного.⁴² В общей сложности в стране работают около 25 угледобывающих компаний, и все они являются частными. 65% всего угля добывается двумя компаниями – «Богатырь Комир», принадлежащая «Самрук-Энерго», и ERG.⁴³ Уголь поставляется внутренним и зарубежным потребителям по железным дорогам, эксплуатируемым железнодорожной монополией «Казахстан темир жолы», принадлежащей «Самрук-Казына», и его транспортировка субсидируется.

В Казахстане, как и во многих других странах бывшего СССР, добыча угля считается социально значимой. Ее вклад в ВВП страны составляет около 1,5%⁴⁴, а также она напрямую обеспечивает занятость 30–40 тыс. человек.⁴⁵ В масштабе всей страны это относительно немного. Однако в Казахстане есть ряд моногородов, которые в значительной степени зависят от угольных предприятий. Например,

42 Калмыков Д.Е., Маликова А.Д. (2017). Загнанные в уголь // Центр по внедрению новых экологически безопасных технологий. URL: https://bankwatch.org/wp-content/uploads/2018/01/KZ-Coal_RU.pdf.

43 Kazenergy (2021). Национальный энергетический доклад. URL: <https://www.kazenergy.com/ru/operation/ned/2117/>.

44 Strategy 2050 (2021). Угольная промышленность: в поисках точек роста. URL: <https://strategy2050.kz/ru/news/ugolnaya-promyshlennost-v-poiskakh-tochek-rosta/>.

45 PWC (2022) Энергетический переход – основа декарбонизации Казахстана. URL: <https://rfc.kegoc.kz/media/energy-report.pdf>.

город Экибастуз в Павлодарской области с населением около 150 тыс. человек производит более половины энергетического угля Казахстана и более четверти всей электроэнергии в стране, а экономика города на 65% зависит от топливно-энергетического комплекса.⁴⁶

Профсоюзы в Казахстане не являются по-настоящему независимыми и часто выступают скорее как министерства, что приводит к недостаточному представлению прав и интересов шахтеров, а также других работников. Такое положение обусловлено исторически и типично для многих стран бывшего Советского Союза. Тем не менее, забастовки и протесты происходят регулярно в течение последних нескольких лет.

Уголь в Казахстане относительно легко добывать открытым способом, при этом производственные затраты невысоки. Однако его экспорт ограничен из-за высокого содержания золы, серы и влаги, а также из-за относительно низкой теплотворной способности. В последние годы Казахстан экспортировал около 20% добытого угля, и почти весь экспорт был направлен в страны бывшего Советского Союза,⁴⁷ особенно в Россию, поскольку некоторые российские электростанции на Урале и в Сибири были спроектированы для сжигания

46 Kazinform (2021). Мозговой штурм по комплексному плану развития города устроили в Экибастузе. URL: https://www.inform.kz/ru/mozgovoy-shturm-po-kompleksnomu-planu-razvitiya-goroda-ustroili-v-ekibastuze_a3800269.

47 S&P Global (2022). Kazakhstan preps draft order on coal export ban for six months to secure supplies. URL: <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/coal/080522-kazakhstan-preps-draft-order-on-coal-export-ban-for-six-months-to-secure-supplies>.

угля из Экибастузского бассейна, находящегося в Казахстане.

В стране была принята стратегия развития угольной промышленности на период до 2020 года. На данный момент некоторые представители угольной промышленности признают, что отрасль находится в состоянии неопределенности из-за планов правительства по декарбонизации экономики, и считают, что необходима стратегия развития угольной промышленности до 2060 года.⁴⁸

В Казахстане есть множество сторонников угольной энергетики. В свете планов и необходимости декарбонизации в стране все чаще обсуждаются новые, более экологически чистые виды использования угля с более

высокой добавленной стоимостью (углехимия). Поэтапный отказ от угля периодически обсуждается на различных уровнях, включая официальный. Однако немногие местные эксперты считают его возможным даже в долгосрочной перспективе (до 2060 года), и пока конкретных планов по поэтапному отказу или хотя бы поэтапному сокращению нет. В любом случае для сокращения углеродных выбросов потребуются переход на источники с меньшими выбросами, такие как ВИЭ, возможно, в сочетании с газом.

5.2 Возраст, расположение и основные характеристики парка угольных электростанций

Все блоки угольных электростанций Казахстана были построены в советское время, за единственным исключением Экибастузской ТЭЦ, которая заменила свои старые турбины на новые в 2009 году. Некоторые все еще экс-

48 Express (2022). Альтернативы углю в Казахстане нет – угольщики. URL: <https://exk.kz/news/133820/alternativy-ughliu-v-kazakhstanie-niet---ugholshchiki> (дата доступа: декабрь 2022 года).



плуатируемые сегодня блоки были построены более 60 лет назад. Значительное расширение парка угольных электростанций произошло в 1960-е и 1970-е гг. (Рисунок 10) ввиду интенсивного промышленного развития, которое особенно затронуло добывающие отрасли.

Средний возраст блоков угольных электростанций в Казахстане составляет 50 лет,⁴⁹ что значительно превышает их стандартный срок эксплуатации – 40 лет.⁵⁰ На практике угольные электростанции часто работают гораздо дольше, чем 40 лет. Исторически сложилось так, что угольные электростанции по всему миру выводятся из эксплуатации в среднем после 46 лет эксплуатации.⁵¹ Продление срока службы может быть практически бесконечным при условии своевременного ремонта или замены отдельных элементов оборудования. Однако с увеличением возраста электростанции затраты на поддержание ее в рабочем состоянии растут.

Интересный факт, который следует из анализа данных, представленных на Рисунке 10, заключается в том, что если бы Казахстан принял решение о поэтапном отказе от угольных электростанций после 40 лет эксплуатации, к 2030 году осталось бы всего 12 МВт мощности (возраст 21 год), что составляет всего 0,1% от сегодняшних мощностей.

Большинство угольных электростанций Казахстана расположены в Павлодарской (65% установленной мощности) и Карагандинской (17% установленной мощности в старых границах региона) областях. В Павлодарской области находится Экибастузский угольный бассейн, который обеспечивает углем многие местные электростанции. Около 60% угля в стране добывается в Павлодарской области.⁵² Однако многие другие регионы в северной и восточной частях страны тоже сжигают уголь для производства электроэнергии (Рисунок 11).

Средняя эффективность казахстанских угольных электростанций оценивается всего в 32%. Это значительно ниже показателя в 42%, характерного для большинства промышленно развитых стран.⁵³

Крупные города Казахстана оснащены системами централизованного теплоснабжения, построенными в советское время. Эти системы основаны на ТЭЦ, 80% из которых работают на угле. Большинство из этих объектов нуждаются в модернизации: средний КПД их котлов составляет всего 40%, а потери тепла в сети достигают 36%. В небольших городах централизованное теплоснабжение часто отсутствует, и отопление осуществляется за счет индивидуальных систем отопления. 55% домохозяйств отапливаются индивидуаль-

49 Calculated by the authors on the basis of Assembayeva M. et al. (2019). Spatial electricity market data for the power system of Kazakhstan // Data in Brief. – Vol. 23. URL: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.103781>.

50 Lazard (2021). Lazard's Levelized Cost of Energy – Version 15.0. URL: <https://www.lazard.com/media/451881/lazards-levelized-cost-of-energy-version-150-vf.pdf>.

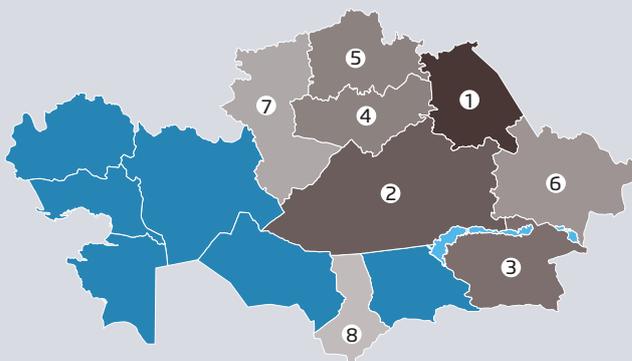
51 Cui et al. (2019). Quantifying operational lifetimes for coal power plants under the Paris goals // Nature Communications. - V. 10, 4759. URL: <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12618-3>.

52 Prime Minister of the Republic of Kazakhstan (2019). Pavlodar region: Increasing industrial production and focusing on entrepreneurship. URL: <https://www.primeminister.kz/en/news/reviews/pavlodar-region-increasing-industrial-production-and-focusing-on-entrepreneurship>.

53 Калмыков Д.Е., Маликова А.Д. (2017). Загнанные в уголь // Центр по внедрению новых экологически безопасных технологий. URL: https://bankwatch.org/wp-content/uploads/2018/01/KZ-Coal_RU.pdf.

Региональное распределение угольных электростанций

Рисунок 11



- 1 Павлодарская область, 35 блоков, 8 427 МВт
- 2 Карагандинская область, 36 блоков, 2 221 МВт
- 3 Алматинская область, 14 блоков, 627 МВт
- 4 Ақмолинская область, 12 блоков, 562 МВт
- 5 Северо-Казахстанская область, 12 блоков, 562 МВт
- 6 Восточно-Казахстанская область, 10 блоков, 405 МВт
- 7 Костанайская область, 6 блоков, 267 МВт
- 8 Туркестанская область, 3 блока, 17 МВт

Составлено на основе Assembayeva M. et al. (2019).
<https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.103781>.

Примечание: в 2022 году три области Казахстана были разделены на две области каждая. Здесь представлены старые границы регионов.

ными системами, и 55% из них используют для этой цели уголь.⁵⁴

Угольные электростанции Казахстана обладают малой гибкостью, что будет препятствовать интеграции больших объемов возобновляемых источников с переменным характером выработки электроэнергии, которая запланирована на ближайшие годы. Как правило, ТЭЦ должны работать с постоянной нагрузкой, чтобы обеспечить бесперебойную подачу тепла своим потребителям. Следовательно, существуют ограничения в плане того, насколько оперативно они могут реагировать на изменение спроса на электроэнергию. Однако даже ТЭЦ могут повысить свою гибкость за счет использования больших систем хранения тепловой энергии. Такие системы хранения имеют продолжительность разряда в несколько часов (например, 6 часов), что позволяет временно полностью прекратить выработку, пока используется накопленное

тепло.⁵⁵ Такая трансформация требует модернизации электростанции.

Электростанции, работающие на буром угле, как правило должны работать с номинальной (базовой) нагрузкой большую часть времени и могут включаться/выключаться всего несколько раз в год. Однако модернизация, направленная на снижение их минимальной нагрузки (например, за счет непрямого сжигания, перехода с двухстадийного на одностадийный помол и т. д.) может позволить им оставаться в рабочем состоянии при очень низких нагрузках. Электростанции, работающие на каменном угле, более гибкие, но их также можно модернизировать, еще больше увеличив гибкость. Опыт Германии и Дании показывает, что даже старые угольные электростанции способны регулировать свою мощность на 15-минутных интервалах (внутрисуточный рынок) или даже на 5-минутных интервалах (балансирующий рынок).⁵⁶

54 The World Bank Group (2022). Kazakhstan – Country Climate and Development Report. URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099420411012246024/pdf/P1773690ad92b401b089700f5be8659ecf0.pdf>.

55 Agora Energiewende (2017). Flexibility in thermal power plants. URL: <https://www.agora-energiewende.de/en/publications/flexibility-in-thermal-power-plants/>.

56 Там же.

Целенаправленная модернизация может повысить гибкость казахстанских угольных электростанций и электроэнергетической системы в целом и сделать их более готовыми к существенному внедрению ВИЭ, если нет лучших вариантов, чем поддержание угольных электростанций в рабочем состоянии (или альтернативных вариантов недостаточно). Лучшие варианты могут включать в себя гибкие газовые и гидроэлектростанции, которые уже имеются в Казахстане, а также системы хранения электроэнергии. Кроме того, гибкость энергосистемы может быть повышена за счет управления спросом, гибких электростанций на биомассе/биогазе и развития сети для расширения возможностей транспортировки электроэнергии. В целом, хотя преобладание стареющих угольных электростанций, безусловно, является проблемой для интеграции ВИЭ, она преодолима.

5.3 Вызовы постепенного сокращения производства электроэнергии за счет угля

В настоящее время нет достоверной информации о планах строительства новых и/или закрытия существующих угольных электростанций в стране.⁵⁷ С одной стороны, президент Казахстана Касым-Жомарт Токаев заявлял, что к 2050 году все угольные электростанции будут выведены из эксплуатации.⁵⁸ С другой стороны, существует однозначное понимание, что имеющиеся угольные электростанции никто не планирует закрывать.⁵⁹

Министерство энергетики считает полный отказ от угля неприемлемым, поскольку некоторые регионы страны еще не газифицированы. Кроме того, министерство планирует строить новые угольные блоки и модернизировать существующие⁶⁰.

Концепция по переходу Республики Казахстан к зеленой экономике до 2050 года предусматривает постепенную замену старых мощностей, работающих на угле, новыми современными угольными электростанциями, за исключением тех, которые расположены в крупных городах (главным образом в Алматы, Астане, Караганде), где производство энергии будет переведено на газ и будут построены новые газовые электростанции. Согласно этому документу, объем электроэнергии, производимой угольными электростанциями, останется на уровне 2012 года до 2030 года, но его доля снизится с 78% в 2012 году до 44%-53% в 2030 году и 14%-50% в 2050 году, в зависимости от конкретного сценария.⁶¹

В некоторых регионах постепенный отказ от угольной генерации является социально важным вопросом, и работа над ним уже ведется. Например, в Алматы уровень загрязнения

57 Express (2022). Альтернативы углю в Казахстане нет – угольщики. URL: <https://exk.kz/news/133820/alternativy-ughliu-v-kazakhstanie-niet---ugholshchiki> (дата доступа: декабрь 2022 года).

58 Informburo (2021). Токаев: 10 самых загрязнённых городов Казахстана газифицируют к 2025 году. URL: <https://informburo.kz/novosti/tokaev-10-samyh-zagryaznyonnyh-gorodov-kazakhstana-gazificiruyut-k-2025-godu>.

59 Informburo (2021). Может ли Казахстан отказаться от угля и не допустить дефицита электроэнергии? URL: <https://informburo.kz/interview/mozet-li-kazakhstan-ot-kazatsya-ot-uglya-i-ne-dopustit-deficita-elektroenergii>.

60 Zakon.kz (2022). Казахстан и к 2035 году не готов отказаться от угольных электростанций. URL: <https://www.zakon.kz/6024684-kazakhstan-i-k-2035-godu-ne-gotov-otkazatsia-ot-ugolnykh-elektrostantsii.html>.

61 Указ Президента Республики Казахстан от 30 мая 2013 года № 577 «О Концепции по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике». URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31399596.

воздуха оценивается как высокий.⁶² Основной вклад в загрязнение вносят ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3, частные жилые здания и автомобильный транспорт. «Самрук-Энерго» работает над модернизацией котлов и их переводом с угля на природный газ на Алматинской ТЭЦ-2 с целью минимизации вредных выбросов. Подсчитано, что при переводе ТЭЦ-2 на газ ежегодный объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу сократится более чем на 80%. В то же время природный газ для Алматы является гораздо более дорогим топливом, чем уголь из Экибастуза. Его цена в 2019 году была в 2,3 раза выше, чем у угля. ТЭЦ-2 обеспечивает около 50% централизованного теплоснабжения и электроснабжения Алматы.⁶³ Работы должны быть завершены в 2026 году.⁶⁴ Важно отметить, что модернизация была предпринята в ответ на инициативу жителей города и защитников окружающей среды, которые потребовали перехода на более экологичное топливо – газ. Аналогичные решения необходимы для ТЭЦ-1 и ТЭЦ-3, также расположенных в Алматинской области. В настоящее время запланировано их расширение за счет строительства электростанций комбинированного цикла. В конце мая 2022 года президент Казахстана Касым-Жомарт Токаев распорядился как можно скорее начать перевод Алматинской ТЭЦ-2 на газ.⁶⁵

Таким образом, очевидно, что Казахстан нуждается в крупных инвестициях для модер-

низации своих стареющих угольных мощностей. Эти инвестиции могут быть направлены на строительство новых угольных электростанций, обладающих лучшими экологическими характеристиками и большей маневренностью, однако для них характерен высокий риск быстрого обесценивания. С другой стороны, старение парка угольной генерации может рассматриваться как окно возможностей для внедрения объектов ВИЭ в сочетании с соответствующими технологиями, обеспечивающими гибкость системы (например, накопители энергии, развитие сетей передачи и распределения, управление спросом и т. д.).

62 Forbes (2021). Названы города Казахстана с самым грязным воздухом. URL: https://forbes.kz/news/2021/11/04/newsid_262545.

63 E2Energy (2020). Перевод Алматинской ТЭЦ-2 на газ. Коротко о самом важном. URL: <https://eenergy.media/archives/16365>.

64 Kapital (2022). Перевод алматинской ТЭЦ-2 на газ обойдется в 324 млрд тенге. URL: <https://kapital.kz/gosudarstvo/106302/perevod-almatinskoy-t-ets-2-na-gaz-oboydet-sya-v-324-mlrd-tenge.html>.

65 Там же.

6 Перспективы возобновляемой энергетики

6.1 Потенциал солнечной фотоэлектрической и ветровой энергетики

Казахстан располагает обширными территориями с привлекательными условиями для развития солнечной и ветровой энергетики по всей стране. Из-за низкой плотности населения подбор участков для строительства ВЭС и СЭС представляет собой гораздо меньшую проблему, чем во многих других регионах мира, таких как Центральная Европа или Юго-Восточная Азия. Средняя скорость ветра в некоторых регионах Казахстана составляет 8–9 м/с на высоте 100 м, что идеально подходит для производства недорогой электроэнергии (Рисунок 12). Наиболее перспективными районами для развития ветроэнергетики являются район Каспийского моря, а также центральные и северные регионы. Центральные и

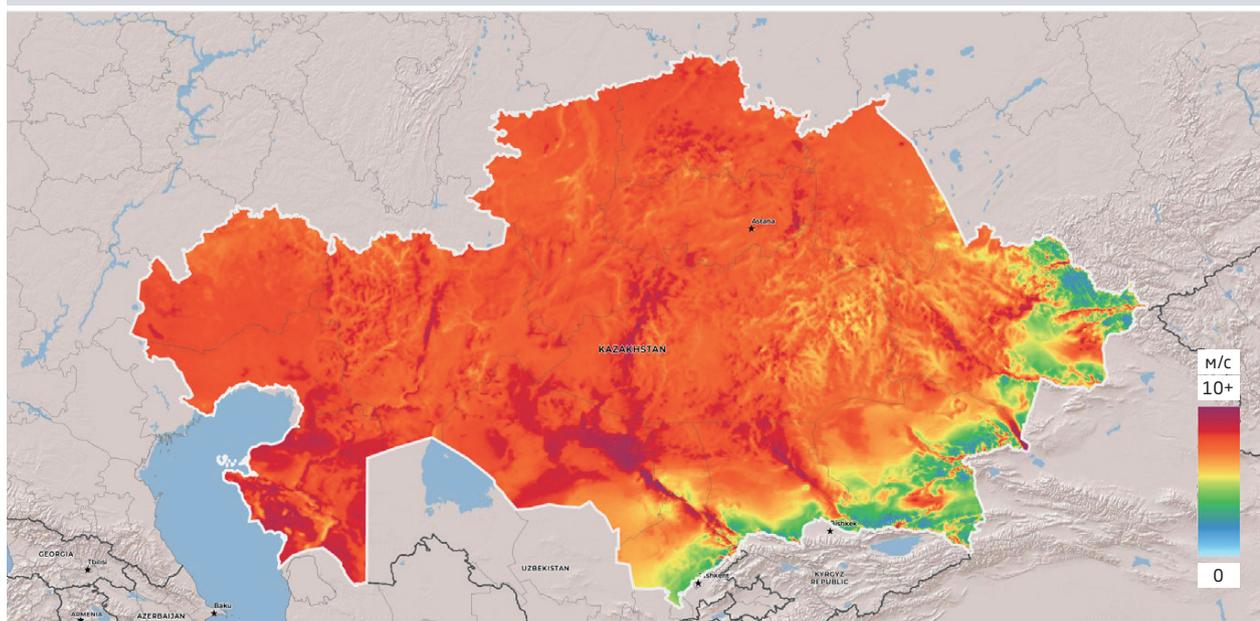
северные регионы страны включены в северную энергетическую зону, на долю которой приходится 67% установленной мощности и 65% потребления электроэнергии в стране.⁶⁶ Регион Каспийского моря относится к изолированной западной энергетической зоне.

В южной части страны интенсивность солнечного излучения составляет до 4,79 кВт*ч/м² в день (Рисунок 13), что выше, чем в Германии и Великобритании, которые полагаются на солнечную энергию в гораздо большей степени, чем Казахстан (Таблица 1). Наиболее перспективными районами для развития солнечной фотоэлектрической энергетики в Казах-

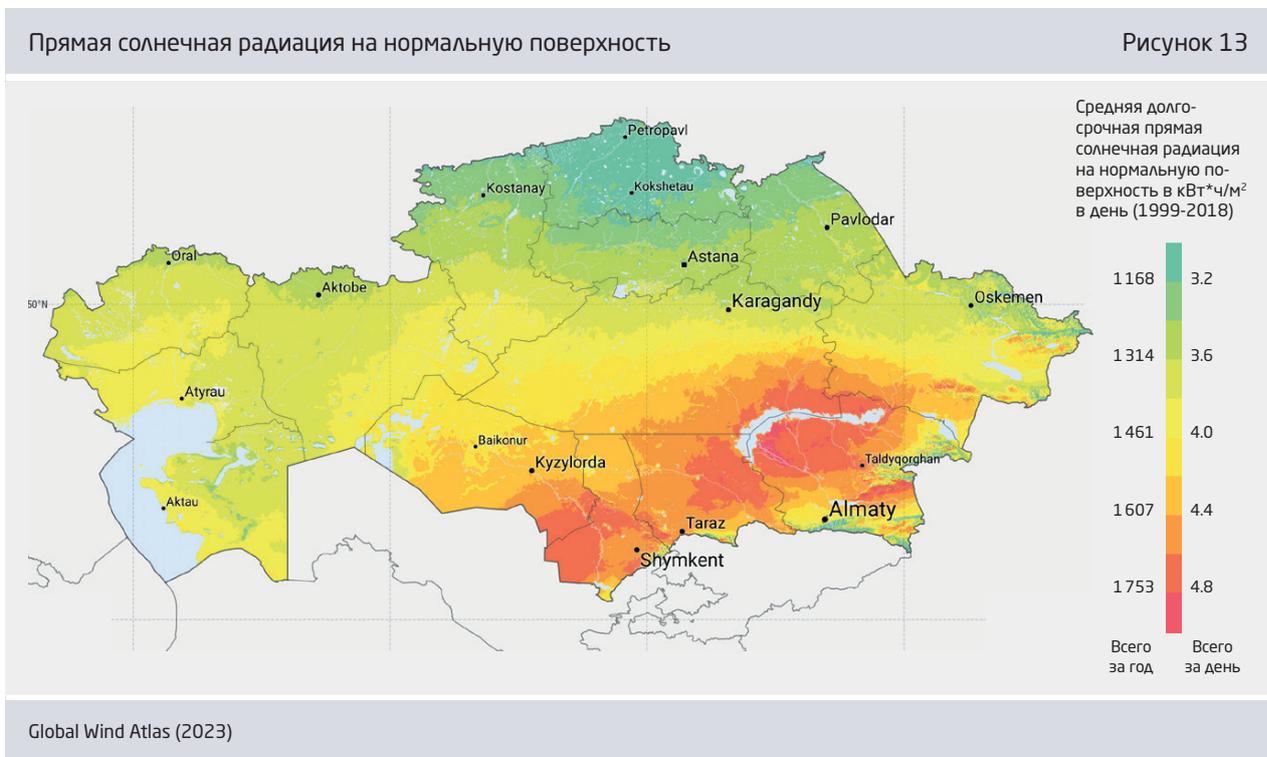
66 KEGOC (2021). Annual Report 2021.
URL: <https://www.kegoc.kz/ru/for-investors-and-shareholders/raskrytie-informatsii/annual-reports/>.

Средняя скорость ветра в Казахстане на высоте 100 м, м/с

Рисунок 12

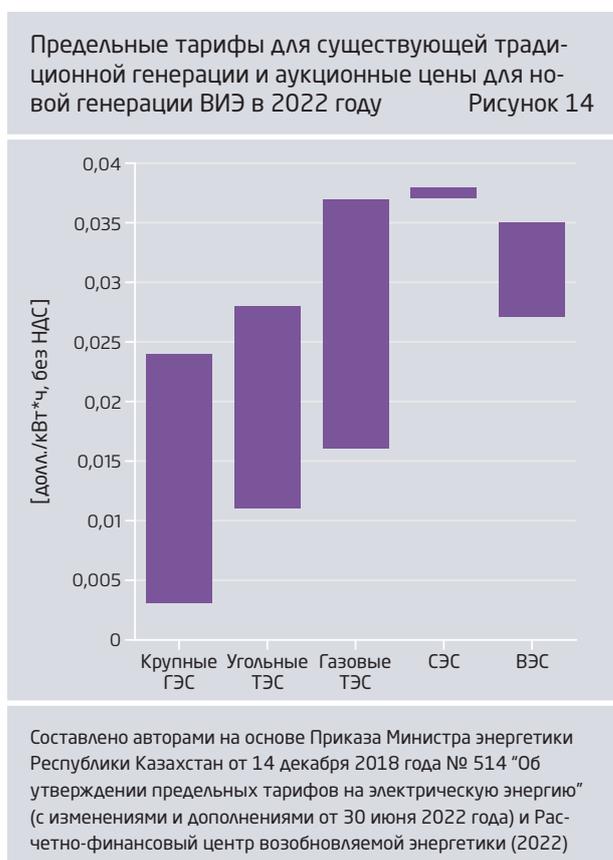


Global Wind Atlas (2023)



стане находятся на юге – в Алматинской, Кызылординской, Жамбылской и Туркестанской областях, где потенциал ветроэнергетики относительно невысок. Южные регионы сталкиваются с дефицитом электроэнергии, которую приходится поставлять из северных регионов на большие расстояния. Развитие солнечной фотоэлектрической генерации на юге могло бы улучшить эту ситуацию. Кроме того, как следует из вышесказанного, потенциалы солнца и ветра очень хорошо дополняют друг друга по всей стране. Развитие электросетей обеспечит основу для стабильного электроснабжения за счет ВИЭ и позволит сбалансировать поставки от ветровой и солнечной фотоэлектрической энергии относительно друг друга, а также относительно спроса в городских агломерациях.

Что касается экономического потенциала солнечной фотоэлектрической и ветровой энергетики, то существует очень распространенное мнение, что они неконкурентоспособны



Прямая солнечная радиация на нормальную поверхность (DNI) в некоторых странах и Казахстане			
Страна	Минимальное значение DNI, кВт*ч/м ² в день	Максимальное значение DNI, кВт*ч/м ² в день	Доля СЭС в производстве электроэнергии в 2020 году
США	1,46	7,80	3,94%
Китай	0,98	7,58	3,91%
Германия	2,32	3,24	8,61%
Великобритания	1,24	2,79	4,08%
Казахстан	3,04	4,79	2,59%

Global Solar Atlas. URL: <https://globalsolaratlas.info/global-pv-potential-study> and Ember (2022). Global Electricity Review 2022. URL: <https://ember-climate.org/insights/research/global-electricity-review-2022/>.

в Казахстане из-за обилия дешевой энергии, производимой из местного угля. Однако, согласно официальным данным, проекты СЭС и ВЭС, которые выиграли аукционные торги в 2022 году, т. е. новые объекты генерации, часто предлагали сопоставимые или более низкие цены за кВт*ч, чем существующие электростанции на природном газе (Рисунок 15). А самый высокий предельный тариф на угольную энергию существующих электростанций был равен самой низкой аукционной цене для новых ветроэлектростанций.

Важно отметить, что, как упоминалось в разделе 5.1, средний возраст блоков угольных электростанций в Казахстане составляет 50 лет,⁶⁷ что значительно превышает стандартный срок их эксплуатации в 40 лет.⁶⁸ Аналогичная ситуация наблюдается с блоками электростанций, работающих на газе – их средний возраст в Казахстане составляет 42 года,⁶⁹ в то

время как стандартный период их эксплуатации оценивается в 20 лет.⁷⁰ Угольные генерирующие мощности моложе 40 лет, составляют 1 ГВт (8% от установленной мощности, работающей на угле), а газовые мощности моложе 20 лет составляют 0,8 ГВт (17% от установленной мощности, работающей на газе).⁷¹

Это означает, что почти все существующие объекты тепловой генерации в Казахстане уже амортизированы и при этом производят ненамного более дешевую, а в некоторых случаях даже более дорогую электроэнергию, чем новые СЭС и ВЭС. И тарифы на электроэнергию от существующих тепловых электростанций не в полной мере отражают потребности в модернизации и замене оборудования в долгосрочном периоде, а также затраты на ликвидацию последствий для окружающей среды. Более того, тарифы на тепловую генерацию увеличиваются (Рисунок 15) и, как ожидается, эта тенденция продолжится в будущем, в то

67 Calculated by the authors on the basis of Assembayeva M. et al. (2019). Spatial electricity market data for the power system of Kazakhstan // Data in Brief. – Vol. 23. URL: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.103781>.

68 Lazard (2021). Lazard's Levelized Cost of Energy – Version 15.0. URL: <https://www.lazard.com/media/451881/lazards-levelized-cost-of-energy-version-150-vf.pdf>.

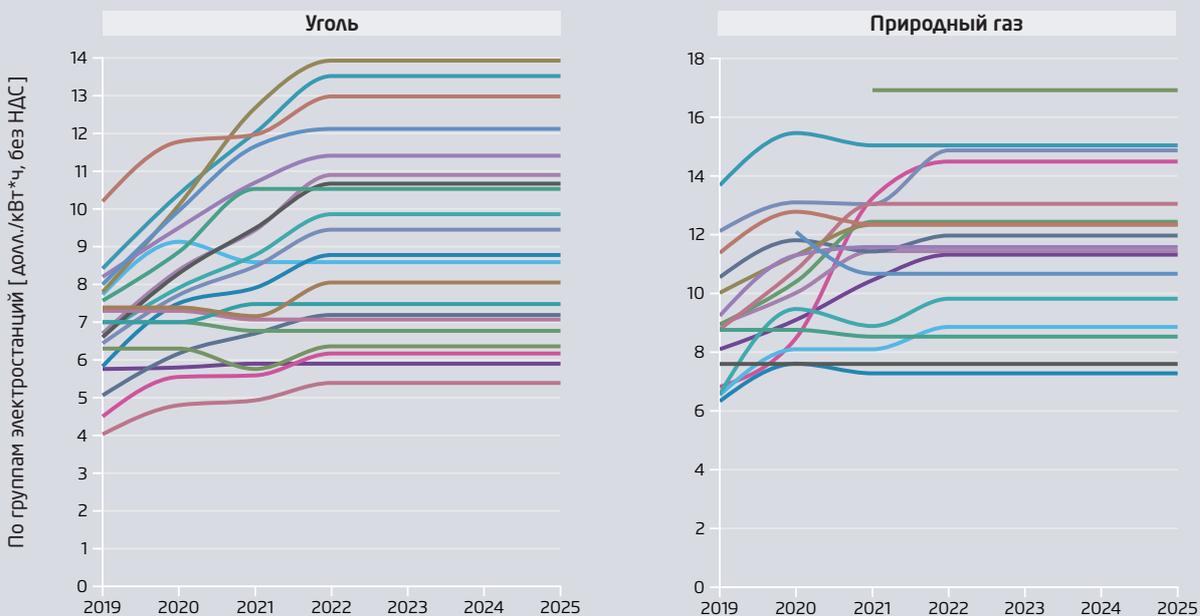
69 Там же.

70 Lazard (2021). Lazard's Levelized Cost of Energy – Version 15.0. URL: <https://www.lazard.com/media/451881/lazards-levelized-cost-of-energy-version-150-vf.pdf>.

71 Calculated by the authors on the basis of Assembayeva M. et al. (2019). Spatial electricity market data for the power system of Kazakhstan // Data in Brief. – Vol. 23. URL: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.103781>.

Тарифы на производство электроэнергии за счет угля и природного газа

Рисунок 15



Agora Energiewende (2023). Составлено авторами на основании Приказа Министра энергетики РК от 14 декабря 2018 г. № 514.

Аукционные цены на солнечную и ветровую электроэнергию

Рисунок 16



Расчетно-финансовый центр возобновляемой энергетики (2022)

время как аукционные цены на электроэнергию от СЭС были довольно стабильными после значительного снижения в 2018 году, а аукционные цены на электроэнергию от ВЭС показали снижение (Рисунок 16).

Аукционные цены по проектам ВИЭ в Казахстане достаточно привлекательны по сравнению с другими странами. В 2021 году GWEC назвал проект Dumat al-Jandal мощностью 400 МВт с тарифом 0,0199 долл./кВт*ч наиболее экономически эффективным. Этот проект был подан Masdar (ОАЭ) и EDF-EN (Франция)⁷². Он был всего на треть дешевле, чем ветроэнергетические проекты в Казахстане.

6.2 Регулирование сектора возобновляемых источников энергии

История поддержки возобновляемых источников энергии в Казахстане насчитывает почти 15 лет, но на самом деле стратегическое развитие этой отрасли началось всего несколько лет назад. Эта значительная задержка была вызвана недостатками первоначальной законодательной базы, которые были устранены позднее, длительным отсутствием политической воли для достижения целей, поставленных в сфере ВИЭ, и зависимостью от траектории развития.

В 2009 году Казахстан принял свой первый закон о возобновляемых источниках энергии.⁷³ Этот закон ввел тарифы для проектов ВИЭ, которые должны были устанавливаться индивидуально после переговоров с регулирую-

щими органами. Индивидуальные тарифы не были прозрачными, поэтому проекты не отличались привлекательностью для иностранных инвесторов. В 2013 году в закон о возобновляемых источниках энергии были внесены поправки, предусматривающие введение механизма льготных тарифов для отдельных технологий возобновляемых источников энергии. Это значительно повысило привлекательность казахстанского рынка ВИЭ для международных инвесторов. Также в 2013 году в Казахстане был создан Расчетно-финансовый центр в качестве единственного покупателя возобновляемой энергии. В 2017 году в закон о возобновляемых источниках энергии были вновь внесены поправки, заменившие фиксированные льготные тарифы процедурой аукциона, впервые примененной в 2018 году. В результате процесс отбора проектов ВИЭ стал более конкурентным и прозрачным и стал в большей степени соответствовать лучшей международной практике.

В 2018–2021 гг. в Казахстане был проведен 41 аукцион ВИЭ, на котором были отобраны проекты общей мощностью 1,3 ГВт. Всего в этих аукционах приняли участие 196 компаний из 12 стран – из самого Казахстана, России, Китая, Турции, Нидерландов, Франции, ОАЭ, Болгарии, Италии, Германии, Малайзии и Испании. Около 60 компаний подписали контракты на 15–20 лет с единственным покупателем возобновляемой энергии в Казахстане. В ходе аукционов снижение цен достигало до 72%.⁷⁴

В 2013 году в Казахстане была принята Концепция по переходу страны к зеленой эко-

72 GWEC (2021). Global Wind Report 2021. URL: <https://gwec.net/wp-content/uploads/2021/03/GWEC-Global-Wind-Report-2021.pdf>.

73 Министерство юстиции Республики Казахстан (2009). Закон «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z090000165_.

74 Министерство энергетики Республики Казахстан (2022). Концепция развития электроэнергетической отрасли Республики Казахстан до 2035 года. URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/energo/documents/details/349883?lang=ru>.

номике на период до 2050 года.⁷⁵ Согласно этому документу, к 2050 году страна должна достичь 50%-ной доли возобновляемых (СЭС, ВЭС и ГЭС) и альтернативных (АЭС) источников энергии в производстве электроэнергии. Документ также содержит пару более краткосрочных целей (Таблица 2), первая из которых – 3% солнечной и ветровой энергии в генерации к 2020 году – уже достигнута (в 2021 году). Сразу после принятия концепции цель в 50%, поставленная на 2050 год, не воспринималась всерьез. Однако в последние годы на нее все чаще ссылаются различные заинтересованные стороны, в том числе на самом высоком официальном уровне.

Цели Казахстана в области ВИЭ и их статус Таблица 2

Год	Цель*	Вид ВИЭ	Статус
2020	3%	СЭС и ВЭС	Достигнуто в 2021 году
2030	15%	ВИЭ	В процессе
2030	30%	ВИЭ и АЭС	В процессе
2050	50%	ВИЭ и АЭС	В процессе

* В производстве электроэнергии
Составлено Agora Energiewende на основе официальных данных.

В 2021 году была объявлена другая, более конкретная среднесрочная цель для ВИЭ – президент Казахстана Касым-Жомарт Токаев поставил перед правительством задачу увеличить долю возобновляемых источников энергии в производстве электроэнергии до 15% к 2030 году.⁷⁶

Таким образом, на данный момент ключевыми официальными целями ВИЭ в Казахстане являются:

- Среднесрочная перспектива – 15% ВИЭ в производстве электроэнергии к 2030 году;
- Долгосрочная перспектива – 50% возобновляемой и альтернативной (атомной) энергии в генерации к 2050 году.

В 2012 году был принят Закон об энергосбережении и повышении энергоэффективности, в который впоследствии неоднократно вносились поправки, последний раз 31 августа 2022 года.⁷⁷ Этот закон напрямую не связан с возобновляемыми источниками энергии, однако о нем стоит упомянуть, поскольку он затрагивает смежную сферу. Закон запрещает продажу или использование электрических ламп накаливания мощностью 25 Вт и выше, предписывает маркировку класса энергоэффективности для всех энергопотребляющих устройств, вводит энергосервисные контракты, обязывает крупных потребителей регистрироваться в Государственном энергетическом реестре и предоставлять данные о своем фактическом потреблении энергии, а также разрабатывать планы действий по энергосбережению и энергоэффективности и регулярно проходить энергоаудит. Закон также обязывает крупных потребителей энергии привлекать всестороннюю вневедомственную экспертизу для проектов в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Кроме того, согласно закону, новые здания должны быть оборудованы приборами учета и соответствовать требованиям энергосбережения и энергоэффективности.

75 Указ Президента Республики Казахстан от 30 мая 2013 года № 577. О Концепции по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике». URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/U1300000577>.

76 Kazinform (2021). Ставлю задачу увеличить долю ВИЭ в электрогенерации до 15% к 2030 году - Глава государства. URL: https://www.inform.kz/ru/uvelichit-dolyu-vie-v-elektrogeneracii-do-15-k-2030-godu-poruchenie-glavy-gosudarstva_a3792969.

77 Закон Республики Казахстан от 13 января 2012 года № 541-IV «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 31.08.2022 г.). URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31112351&pos=2;-109#pos=2;-109.

В 2013 году Казахстан стал первой страной бывшего СССР, внедрившей систему торговли квотами на выбросы парниковых газов. На данный момент эта система охватывает электроэнергетический сектор и централизованное теплоснабжение, а также добывающие отрасли и обрабатывающую промышленность, на которые приходится 46% от общего объема выбросов парниковых газов в стране.⁷⁸ До сих пор опыт по торговле квотами не был успешным из-за крайне низкого числа сделок; это, в свою очередь, может быть объяснено большим количеством бесплатных квот и относительно высокой целевой интенсивностью выбросов угольных электростанций. Тем временем секторы, не включенные в систему торговли эмиссионными квотами (например, жилищный сектор и сектор услуг), увеличивают потребление энергии и выбросы.⁷⁹

В 2021 году Казахстан принял обновленную версию Экологического кодекса,⁸⁰ впервые введенного в 2007 году. Кодекс устанавливает принцип «загрязнитель платит» и требует, чтобы в новых крупных инвестиционных проектах применялись наилучшие доступные методы управления выбросами. Согласно требованиям нового Экологического кодекса, с 1 января 2023 года крупные предприятия должны установить автоматизированные системы мониторинга выбросов. Документ также содержит информацию о системе торговли квотами на выбросы. Экологический кодекс не имеет прямого отношения к сектору ВИЭ, но в его обновленной версии важность развития ВИЭ отмечена несколько раз.

78 ICAP (2022). Kazakhstan Emissions Trading System. URL: <https://icapcarbonaction.com/en/ets/kazakhstan-emissions-trading-system>.

79 IEA (2022). Kazakhstan 2022 Energy Sector Review. URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/fc84229e-6014-4400-a963-bccea29e0387/Kazakhstan2022.pdf>.

80 Экологический кодекс Республики Казахстан (2021). URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K2100000400>.

В 2022 году была принята Концепция развития электроэнергетической отрасли Республики Казахстан до 2035 года.⁸¹ Согласно этому документу, к 2035 году установленная мощность ВИЭ увеличится до 40,1 МВт (почти вдвое больше, чем в 2022 году), при этом доля ВИЭ увеличится до 30% от общей установленной мощности (в 2022 году — 19%, включая ГЭС). Для дальнейшей успешной интеграции ВИЭ в энергетическую систему концепция требует увеличения маневренных мощностей и строительства накопителей энергии.

В 2023 году после длительных обсуждений была принята Стратегия достижения углеродной нейтральности Республики Казахстан до 2060 года.⁸² В документе отмечается, что постепенный отказ экономики Казахстана от угольной зависимости имеет решающее значение для достижения углеродной нейтральности к 2060 году, а развитие ВИЭ станет ключевым условием успешной декарбонизации. Стратегия также уделяет приоритетное внимание электрификации энергопотребления во всех секторах экономики и переходу на использование водорода, биотоплива и синтетического низкоуглеродного топлива в процессах, которые трудно или невозможно электрифицировать, а также использованию технологий улавливания и хранения углерода. Однако документ не содержит каких-либо количественных целевых показателей и обозначает лишь очень общие направления низкоуглеродного развития Казахстана.

81 Министерство энергетики Республики Казахстан (2022). Концепция развития электроэнергетической отрасли Республики Казахстан до 2035 года. URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/energo/documents/details/349883?lang=ru>.

82 Об утверждении Стратегии достижения углеродной нейтральности Республики Казахстан до 2060 года. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/U2300000121>.

Следует отметить, что с самого начала международные банки развития играли значительную роль в формировании системы поддержки ВИЭ в Казахстане и в разработке соответствующего регулирования. В 2008 году правительство Казахстана подписало План действий в области устойчивой энергетики (ПДУЭ), который проложил путь для дальнейшего участия ЕБРР в секторе возобновляемых источников энергии страны.⁸³ Впоследствии ЕБРР участвовал в подготовке первого закона Казахстана о возобновляемых источниках энергии, который был принят в 2009 году. В 2010 году Фонд чистых технологий начал оказывать техническую помощь Казахстану в области ВИЭ. В 2012 году ЕБРР предоставил свой первый кредит Казахстану на реконструкцию Шардаринской гидроэлектростанции. Как ЕБРР, так и Фонд чистых технологий впоследствии внесли значительный вклад в совершенствование первого закона о возобновляемых источниках энергии и в улучшение условий для развития ВИЭ.

Официальные заявления Казахстана по вопросу развития возобновляемых источников энергии за последние годы кардинально изменились. Так, в 2014 году, через год после решения о переходе Казахстана к зеленой экономике, бывший президент Казахстана Нурсултан Назарбаев заявил: «Лично я не верю в альтернативную энергетику, ветровую, в том числе, солнечную, которая якобы заменит когда-то (традиционные источники энергии). (...) Нефть и газ — наш основной конек, и не надо нам этого бояться, что мы сырьевые».⁸⁴ В 2021 году Президент Казахстана Касым-Жомарт

Токаев заявил: «Я сторонник, причем твердый сторонник, развития чистой энергетики, и в целом зеленых технологий. Поддерживаю строительство электростанций с использованием возобновляемых источников энергии».⁸⁵

6.3 Препятствия и возможности

Как и многим другим странам бывшего Советского Союза и экономикам, богатым ископаемыми видами топлива, Казахстану долгое время не хватало политической воли для осуществления мер по энергетическому переходу. В последние годы, как из-за растущего понимания неизбежности глобального энергетического перехода, так и из-за необходимости вписаться в формирующийся низкоуглеродный энергетический ландшафт, ситуация начала меняться. Однако ряд других факторов по-прежнему ограничивает развитие возобновляемых источников энергии в стране.

Одним из таких факторов являются высокие субсидии на ископаемое топливо и низкие тарифы на электроэнергию, выработанную из угля и природного газа, которые делают возобновляемые источники энергии менее конкурентоспособными. Казахстан зависит от субсидируемого угля и природного газа, что привело к недостаточным инвестициям в новые технологии производства электроэнергии. Например, внутри страны природный газ поставляется ниже себестоимости, а повышение тарифов на природный газ ограничено 15% в год. Эти субсидии финансируются за счет экспорта природного газа, поскольку цены на международных рынках намного

83 EBRD&CIF (2019). Renewable energy in Kazakhstan. URL: <https://www.ebrd.com/documents/ict/renewable-energy-in-kazakhstan.pdf>.

84 Forbes (2014). Назарбаев призывает использовать сырьевые доходы для создания современной индустрии. URL: https://forbes.kz/news/2014/09/30/newsid_69328.

85 Official website of the President of the Republic of Kazakhstan (2021). The Head of State held a meeting on the development of the electric power industry. URL: <https://akorda.kz/en/the-head-of-state-held-a-meeting-on-the-development-of-the-electric-power-industry-2641630>.

выше. Для поддержки домохозяйств используется перекрестное субсидирование за счет более высоких тарифов на электроэнергию для промышленных и муниципальных потребителей.⁸⁶ Это препятствует появлению просьб о мерах и вынуждает промышленных потребителей переходить на собственную генерацию на основе ископаемого топлива. В результате, из-за меньшей клиентской базы, сектор электроэнергетики и теплоснабжения, а также сети передачи и распределения электроэнергии привлекают меньше инвестиций. Как и во многих других странах Центральной Азии и в России, субсидии на ископаемое топливо в Казахстане обусловлены опасениями массовых беспорядков, а цены на энергоносители являются очень чувствительным социальным вопросом. Например, в январе 2022 года внезапный и значительный рост цен на сжиженный газ для транспортных средств стал одной из причин самых массовых протестов в стране со времен распада СССР.⁸⁷

Еще одним препятствием является доминирующее положение ТЭЦ, производящих как электроэнергию, так и тепловую энергию. Большое число ТЭЦ было унаследовано от СССР, и их значимость объясняется суровыми климатическими условиями Казахстана, где температуры меняются в диапазоне от +50 °C до -50 °C, что делает доступность отопления чрезвычайно важным социальным фактором. ТЭЦ централизованно поставляют дешевую тепловую энергию в крупные районы, и их замена на ВИЭ повлечет за собой не только строительство СЭС или ВЭС для производства элект-

троэнергии, но и необходимость поиска новых надежных и дешевых источников тепловой энергии.

В то же время Казахстан испытывает нехватку маневренных электростанций и зависит от параллельной работы с российской энергосистемой.⁸⁸ Если ситуация не изменится, данные факторы будут все больше препятствовать внедрению переменных ВИЭ, учитывая растущую потребность в возможности быстрого увеличения или уменьшения базовой нагрузки для балансировки ВИЭ. В результате развитие возобновляемой энергетики может быть ограничено, и/или строительство новых объектов переменной генерации на ВИЭ может быть отложено. В 2021 году Казахстан ввел аукционы на строительство новых маневренных крупных газовых и гидроэнергетических мощностей. Первый отбор состоялся в июле 2021 года.⁸⁹ Кроме того, обсуждается введение аукционов для проектов ВИЭ с накопителями энергии.

Потенциальные местные инвесторы, как правило, имеют ограниченный доступ к недорогим банковским кредитам. Меняющиеся законодательные рамки и высокие местные экономические риски делают капитал более дорогим и труднодоступным. Строительство многих СЭС и ВЭС в Казахстане стало возможным только благодаря финансовой под-

86 The World Bank Group (2022). Kazakhstan – Country Climate and Development Report. URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099420411012246024/pdf/P1773690ad92b401b089700f5be8659ecf0.pdf>.

87 The World Bank Group (2022). Kazakhstan – Country Climate and Development Report. URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099420411012246024/pdf/P1773690ad92b401b089700f5be8659ecf0.pdf>.

88 IEA (2022). Kazakhstan 2022 Energy Sector Review. URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/fc84229e-6014-4400-a963-bccea29e0387/Kazakhstan2022.pdf>.

89 Kapital.kz (2022). Аукцион на строительство электростанции выиграла турецкая компания <https://kapital.kz/economic/107233/auksion-na-stroitelstvo-elektrostantsii-vyigrala-turetskaya-kompaniya.html>. URL: <https://kapital.kz/economic/107233/auksion-na-stroitelstvo-elektrostantsii-vyigrala-turetskaya-kompaniya.html>.

держке и гарантиям, предоставленным ЕБРР.⁹⁰ Это осложняет участие местных сообществ в энергетическом переходе Казахстана.

И последнее, но не менее важное: Казахстан занимает большую территорию и поэтому его инфраструктуре свойственно наличие «узких мест». Слабость внутренней транспортной инфраструктуры может оказаться критичным фактором для некоторых проектов ВИЭ, особенно в секторе ветроэнергетики. Электросети также недостаточно развиты – они стареют, их пропускная способность находится на низком уровне, и им свойственны серьезные географические ограничения – например, западная зона изолирована, большие объемы электроэнергии приходится транспортировать из северной в южную региональную зону.

90 Nabiyeva K. (2020). Fostering the energy transition: Prospects for renewable energy and energy efficiency in South East and Eastern Europe, South Caucasus and Central Asia // Friedrich Ebert Stiftung. URL: <https://library.fes.de/pdf-files/id-moe/16818.pdf>.

7 Выводы

Электроэнергетическая система Казахстана, включая как генерирующие мощности, так и сети передачи и распределения электроэнергии, нуждается в масштабных инфраструктурных инвестициях. Эта потребность не зависит от того, продолжит ли Казахстан полагаться на уголь в производстве электроэнергии или приступит к реализации стратегии климатической нейтральности. Уже сейчас ясно, что в ближайшие годы новые инвестиции в тепловые электростанции, особенно угольные, рискуют быстро превратиться в обесценившиеся активы. В Казахстане угольная электроэнергия все еще дешевле возобновляемой. Это обусловлено только тем, что почти все угольные электростанции были построены более 30 лет назад, и затраты на их строительство давно окупились, а в стране имеются большие объемы дешевого местного угля. Однако такая ситуация не будет длиться вечно. Поэтому сейчас у Казахстана есть прекрасная возможность и острая необходимость модернизировать свою электроэнергетическую систему за счет развития возобновляемой энергетики и эффективной интеграции ВИЭ.

Для Казахстана данная перспектива выглядит особенно привлекательной на фоне того, что во многих случаях солнечная и ветровая электроэнергия уже является конкурентоспособной по сравнению с электроэнергией от устаревшего парка теплоэлектростанций. Такая модернизация необходима и для достижения заявленных целей в области ВИЭ: 15% ВИЭ в генерации к 2030 году и 50% альтернативной энергии (т. е. ВИЭ и АЭС) в генерации к 2050 году. Без обновления энергосистемы с адаптацией под ВИЭ даже интеграция 15% ВИЭ может оказаться крайне проблематичной.

Для модернизации электроэнергетической системы Казахстана за счет возобновляемых источников энергии необходимо предпринять действия в следующих трех сферах.

Во-первых, необходимо обновление и дальнейшее развитие сетей. Западная энергетическая зона изолирована от остальной части системы, а связь между северной и южной зонами является слабой. Кроме того, необходимо заранее учитывать планы по внедрению больших объемов переменных ВИЭ, чтобы не расширение сетей следовало за расширением генерации, как это часто бывает, а планирование сетей и переменной генерации происходило параллельно.

Во-вторых, необходимо решить задачу повышения гибкости энергосистемы. Казахстан уже ввел аукционы для маневренных газовых электростанций и гидроэлектростанций. В настоящее время обсуждается введение аукционов для ВИЭ с накопителями энергии. Существует также множество прочих достойных внимания потенциальных источников маневренности. К их числу относятся управление спросом, маневренные электростанции на биомассе/биогазе, развитие сетей для транспортировки электроэнергии на более значительные расстояния. Сейчас Казахстан производит две трети своей электроэнергии на угольных электростанциях. Поэтому для него могут быть особенно важны многочисленные технические возможности повышения маневренности существующего парка угольных электростанций, которые позволят быстро интегрировать переменную возобновляемую генерацию. Это необходимо учитывать при принятии решений о модернизации существующих электростанций или строительстве новых угольных и газовых электростанций.

В-третьих, Казахстану необходима стратегия сокращения и, в конечном счете, постепенного отказа от угля в производстве электроэнергии. Принятые политические цели, особенно цель по достижению углеродной нейтральности к 2060 году, а также тот факт, что парк угольных электростанций Казахстана перешагнул 30-летний рубеж, не оставляют больших возможностей для строительства новых угольных электростанций или модернизации существующих. Как показывает наш анализ, если Казахстан решит вывести из эксплуатации угольные электростанции после окончания стандартного срока их эксплуатации (40 лет), то к 2030 году останется всего 12 МВт угольных мощностей, что составляет всего 0,1% от сегодняшнего парка. Этот принцип – вывод из эксплуатации угольных электростанций после окончания стандартного срока их работы – может стать основой для разработки плана поэтапного отказа от угля. В то же время некоторые наименее изношенные угольные электростанции могут быть оставлены в системе на немного более длительное время в случае повышения их маневренности для облегчения интеграции переменных ВИЭ.

Важно отметить, что политика постепенного отказа от угля должна принимать во внимание

социальную значимость угольной промышленности в регионах, экономически зависящих от угля, например, в городе Экибастуз и во всей Павлодарской области. Другое соображение заключается в том, что постепенный отказ от угля приведет к прекращению производства чрезвычайно дешевой электроэнергии и, следовательно, может повысить напряженность в обществе. Однако в любом случае искажения цен на электроэнергию придется уменьшать. Этого можно добиться, например, путем введения адресной поддержки наиболее уязвимых категорий потребителей при одновременном постепенном повышении цен на электроэнергию.

В целом, Казахстан установил высокие долгосрочные цели в области энергетического перехода; задачи, стоящие перед государством, также являются масштабными. Необходим дальнейший анализ возможностей для управляемого постепенного отказа от угля и поэтапного развития возобновляемых источников энергии наряду с повышением маневренности в энергетическом секторе. Результатами такого анализа может стать разработка более конкретных мер, которые Казахстан сможет взять на вооружение в достижении поставленных национальных целей.

ИСТОЧНИКИ

Agora Energiewende (2017). *Flexibility in thermal power plants.* URL: <https://www.agora-energiewende.de/en/publications/flexibility-in-thermal-power-plants/>.

Assembayeva M. et al. (2019). *Spatial electricity market data for the power system of Kazakhstan // Data in Brief.* – Vol. 23.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.103781>.

Bloomberg (2022). *Kazakhstan Unplugged Bitcoin Miners Before Blackout Hit Region.* URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-01-25/kazakhstan-unplugged-bitcoin-miners-before-blackout-hit-region>.

Climate Action Tracker (2022). *Kazakhstan.* Country Summary. URL: <https://climateactiontracker.org/countries/kazakhstan/>.

Climate Ambition Summit (2020). *Kassym-Jomart Tokayev President of Kazakhstan.*
URL: <https://www.climateambitions summit2020.org/ondemand.php>.

Climate Promise. UNDP (2022). *Kazakhstan.*
URL: <https://climatepromise.undp.org/what-we-do/where-we-work/kazakhstan>.

Cui et al. (2019). *Quantifying operational lifetimes for coal power plants under the Paris goals // Nature Communications.* - V. 10, 4759.
URL: <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12618-3>.

E2Energy (2020). *Перевод Алматинской ТЭЦ-2 на газ. Коротко о самом важном.*
URL: <https://eenergy.media/archives/16365>.

EBRD&CIF (2019). *Renewable energy in Kazakhstan.*
URL: <https://www.ebrd.com/documents/ict/renewable-energy-in-kazakhstan.pdf>.

Ember (2022). *Global Electricity Review 2022.*
URL: <https://ember-climate.org/insights/research/global-electricity-review-2022/>.

Enerdata (2022). *Energy intensity.*
URL: <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-energy-intensity-gdp-data.html>.

Express (2022). *Альтернативы углю в Казахстане нет – угольщики.* URL: <https://exk.kz/news/133820/altiarnativy-ughliu-v-kazakhstanie-niet---ugholshchiki> (дата доступа: декабрь 2022 года).

Forbes (2014). *Назарбаев призывает использовать сырьевые доходы для создания современной индустрии.* URL: https://forbes.kz/news/2014/09/30/newsid_69328.

Forbes (2021). *Названы города Казахстана с самым грязным воздухом.* URL: https://forbes.kz/news/2021/11/04/newsid_262545.

Global Carbon Atlas (2022). *Fossil Fuels Emissions.* URL: <http://www.globalcarbonatlas.org/en/CO2-emissions>.

GWEC (2021). *Global Wind Report 2021.*
URL: <https://gwec.net/wp-content/uploads/2021/03/GWEC-Global-Wind-Report-2021.pdf>.

ICAP (2022). *Kazakhstan Emissions Trading System.* URL: <https://icapcarbonaction.com/en/ets/kazakhstan-emissions-trading-system>.

IEA (2020). *Kazakhstan energy profile.* URL: <https://www.iea.org/reports/kazakhstan-energy-profile>.

IEA (2022). *Kazakhstan 2022 Energy Sector Review.* URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/fc84229e-6014-4400-a963-bccea29e0387/Kazakhstan2022.pdf>.

Informburo (2021). *Может ли Казахстан отказаться от угля и не допустить дефицита электроэнергии?* URL: <https://informburo.kz/interview/mozet-li-kazakhstan-otkazatsya-ot-uglya-i-ne-dopustit-deficita-elektroenergii>.

Informburo (2021). *Токаев: 10 самых загрязнённых городов Казахстана газифицируют к 2025 году.* URL: <https://informburo.kz/novosti/tokaev-10-samyh-zagryaznyonnyh-gorodov-kazahstana-gazificiruyut-k-2025-godu>.

Irvin J. (2021). *Energizing Kazakhstan: Renewable Energy Opportunities // Green FDC.* URL: <https://greenfdc.org/energizing-kazakhstan-renewable-energy-opportunities/>.

Kapital (2022). *Перевод алматинской ТЭЦ-2 на газ обойдется в 324 млрд тенге.* URL: <https://kapital.kz/gosudarstvo/106302/perevod-almatinskoy-t-ets-2-na-gaz-oboynet-sya-v-324-mlrd-tenge.html>.

Kapital.kz (2022). *Аукцион на строительство электростанции выиграла турецкая компания.* URL: <https://kapital.kz/economic/107233/auksion-na-stroitel-stvo-elektrostantsii-vyigrala-turetskaya-kompaniya.html>.

Kazenergy (2021). *Национальный энергетический доклад.* URL: <https://www.kazenergy.com/ru/operation/ned/2117/>.

Kazinform (2021). *Мозговой штурм по комплексному плану развития города устроили в Экибастузе.* URL: https://www.inform.kz/ru/mozgovoy-shturm-po-kompleksnomu-planu-razvitiya-goroda-ustroili-v-ekibastuze_a3800269.

Kazinform (2021). *Ставлю задачу увеличить долю ВИЭ в электрогенерации до 15% к 2030 году - Глава государства.*

URL: https://www.inform.kz/ru/uvelichit-dolyu-viev-elektrogeneracii-do-15-k-2030-godu-poruchenie-glavy-gosudarstva_a3792969.

Kazinform (2022). *Казахстан приступил к декарбонизации экономики - Касым-Жомарт Токаев.* URL: https://www.inform.kz/ru/kazahstan-vstal-na-rel-sy-dekarbonizacii-ekonomiki-kasym-zhomart-tokaev_a3890597.

Kaztag (2021). *Зависимость бюджета Казахстана от нефтяных доходов увеличилась до 45% в 2020 году.* URL: <https://kaztag.kz/ru/news/do-45-vyroslo-v-2020-godu-zavisimost-byudzheta-kazahstana-ot-neftyanykh-dokhodov-mne>.

KEGOC (2021). *Annual Report 2021.* URL: <https://www.kegoc.kz/ru/for-investors-and-shareholders/raskrytie-informatsii/annual-reports/>.

Lazard (2021). *Lazard's Levelized Cost of Energy – Version 15.0.* URL: <https://www.lazard.com/media/451881/lazards-levelized-cost-of-energy-version-150-vf.pdf>.

Nabiyeva K. (2020). *Fostering the energy transition: Prospects for renewable energy and energy efficiency in South East and Eastern Europe, South Caucasus and Central Asia // Friedrich Ebert Stiftung.* URL: <https://library.fes.de/pdf-files/id-moe/16818.pdf>.

Official website of the President of the Republic of Kazakhstan (2021). *The Head of State held a meeting on the development of the electric power industry.* URL: <https://akorda.kz/en/the-head-of-state-held-a-meeting-on-the-development-of-the-electric-power-industry-2641630>.

Our World in Data (2022). *Kazakhstan: CO₂ Country Profile.* URL: <https://ourworldindata.org/CO2/country/kazakhstan>.

PopulationStat (2022). *Population.*
URL: <https://populationstat.com/kazakhstan/astana>.

Prime Minister of the Republic of Kazakhstan (2019). *Pavlodar region: Increasing industrial production and focusing on entrepreneurship.*
URL: <https://www.primeminister.kz/en/news/reviews/pavlodar-region-increasing-industrial-production-and-focusing-on-entrepreneurship>.

PWC (2022). *Энергетический переход – основа декарбонизации Казахстана.*
URL: <https://rfc.kegoc.kz/media/energy-report.pdf>.

S&P Global (2022). *Kazakhstan preps draft order on coal export ban for six months to secure supplies.* URL: <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/coal/080522-kazakhstan-preps-draft-order-on-coal-export-ban-for-six-months-to-secure-supplies>.

Sputnik (2022). *Как Казахстан будет регулировать майнинг криптовалюты.* URL: <https://ru.sputnik.kz/20221207/kak-v-kazakhstane-budut-regulirovat-mayning-kriptovalyut-30085997.html>.

Strategy 2050 (2021). *Угольная промышленность: в поисках точек роста.* URL: <https://strategy2050.kz/ru/news/ugolnaya-promyshlennost-v-poiskakh-tochek-rosta/>.

Tassev L. (2022). *Kazakhstan Introduces Surcharge for Electricity Used by Crypto Miners // Bitcoin.com.* URL: <https://news.bitcoin.com/kazakhstan-introduces-surcharge-for-electricity-used-by-crypto-miners/>.

The World Bank (2017). *Stuck in transition: reform experiences and challenges ahead in the Kazakhstan power sector.* URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/104181488537871278/pdf/113146-PUB-PUBLIC-PUBDATE-2-27-17.pdf>.

The World Bank (2022). *Data.*
URL: <https://data.worldbank.org/indicator/>.

The World Bank (2022). *GDP, PPP (current international \$).* URL: https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.PP.CD?most_recent_value_desc=true.

The World Bank (2022). *Population, total - Kazakhstan.* URL: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=KZ>.

The World Bank (2022). *The World by Income and Region.* URL: <https://datatopics.worldbank.org/world-development-indicators/the-world-by-income-and-region.html>.

The World Bank Group (2022). *Kazakhstan – Country Climate and Development Report.* URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099420411012246024/pdf/P1773690ad92b401b089700f5be8659ecf0.pdf>.

UNFCCC (2016). *Intended Nationally Determined Contribution - Submission of the Republic of Kazakhstan.* URL: https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/INDC%20Kz_eng.pdf.

UNFCCC (2022). *NDC Registry.*
URL: <https://unfccc.int/NDCREG>.

University of Cambridge (2022). *Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index.*
URL: https://ccaf.io/cbeci/mining_map.

University of Cambridge (2022). *Cambridge Bitcoin Electricity.*
URL: https://ccaf.io/cbeci/mining_map.

World Data. Kazakhstan. URL: <https://www.worlddata.info/asia/kazakhstan/index.php>.

World Nuclear Association (2022). *World uranium mining production.* URL: <https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/mining-of-uranium/world-uranium-mining-production.aspx>.

Zakon.kz (2022). *Казахстан и к 2035 году не готов отказаться от угольных электростанций.* URL: <https://www.zakon.kz/6024684-kazakhstan-i-k-2035-godu-ne-gotov-otkazatsia-ot-ugolnykh-elektrostantsii.html>.

Всемирный банк (2021). *Эффективное управление качеством воздуха в Казахстане и его влияние на выбросы парниковых газов.* URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099450003142235154/pdf/P170870149c3140d154c61413a1b8ef13c60a49a6a58.pdf>.

Закон Республики Казахстан от 13 января 2012 года № 541-IV «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 31.08.2022 г.). URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31112351&pos=2;-109#pos=2;-109.

Институт экономических исследований (2022). *Итоги внешней торговли Республики Казахстан за 2021 год.* URL: https://economy.kz/ru/Novosti_instituta/id=4092/arch=2021_33.

Калмыков Д.Е., Маликова А.Д. (2017). *Загнанные в уголь // Центр по внедрению новых экологически безопасных технологий.* URL: https://bankwatch.org/wp-content/uploads/2018/01/KZ-Coal_RU.pdf.

Министерство национальной экономики Республики Казахстан (2022). *Прогноз социально-экономического развития Республики Казахстан на 2023-2027 годы.* URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/economy/documents/details/310234?lang=ru>.

Министерство энергетики (2022). *Информация о производстве электроэнергии объектами возобновляемой энергетики в 2022 году.* URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/energo/documents/details/403997?lang=ru>.

Министерство энергетики Республики Казахстан (2022). *Концепция развития электроэнергетической отрасли Республики Казахстан до 2035 года.* URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/energo/documents/details/349883?lang=ru>.

Министерство юстиции Республики Казахстан (2009). *Закон «О поддержке использования возобновляемых источников энергии».* URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z090000165_.

Об утверждении Стратегии достижения углеродной нейтральности Республики Казахстан до 2060 года. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/U2300000121>.

Смакова А. (2020). *Касым-Жомарт Токаев: Хочу подтвердить наше намерение бороться с изменением климата.* URL: <https://informburo.kz/novosti/kasym-zhomart-tokaev-ya-hochu-eshchyo-raz-podtverdit-nashe-namerenie-borotsya-s-izmeneniyami-klimata.html>.

Указ Президента Республики Казахстан от 30 мая 2013 года № 577 «О Концепции по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике». URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31399596.

Экологический кодекс Республики Казахстан (2021). URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K2100000400>.

Publications by Agora Energiewende

IN ENGLISH

How Europe can make its power market more resilient

Recommendations for a short-term reform

Argentina as a hub for green ammonia

A forward-looking development strategy for addressing the global energy and climate crises

Overview of China's Energy Transition 2022

Chapter on Oil

Transforming industry through carbon contracts (Steel)

Analysis of the German steel sector

The driving forces behind the green transition in Europe and South Korea

A comparison between the European Green Deal and the Korean Green New Deal

Overview of China's Energy Transition 2022

Chapter on Natural Gas

Coal Phase-Out in Germany

The Multi-Stakeholder Commission as a Policy Tool

Powering the Future of the Western Balkans with Renewables

Climate-neutral power system 2035 (Full study)

How the German power sector can become climate-neutral by 2035

International climate cooperation for energy-intensive industry

A (realistic) proposal

Promoting regional coal just transitions in China, Europe and beyond

Europe-China dialogues on a just coal transition in 2021

Coal Phase-Out in Germany

The Role of Coal Exit Auctions

Delivering RePowerEU

A solidarity-based proposal for financing additional green investment needs

Mobilising the circular economy for energy-intensive materials (Study)

How Europe can accelerate its transition to fossil-free, energy-efficient and independent industrial production

Publications by Agora Energiewende

IN GERMAN

Rückenwind für Klimaneutralität

15 Maßnahmen für den beschleunigten Ausbau der Windenergie

Klimaneutrales Stromsystem 2035 (Zusammenfassung)

Wie der deutsche Stromsektor bis zum Jahr 2035 klimaneutral werden kann

Stellungnahme zum Netzentwicklungsplan Gas 2022-2032 der Fernleitungsnetzbetreiber

Die Energiewende in Deutschland: Stand der Dinge 2022

Rückblick auf die wesentlichen Entwicklungen sowie Ausblick auf 2023

Volle Leistung aus der Energiekrise

Mit Zukunftsinvestitionen die fossile Inflation bekämpfen

Durchbruch für die Wärmepumpe

Praxisoptionen für eine effiziente Wärmewende im Gebäudebestand

Power-2-Heat

Erdgaseinsparung und Klimaschutz in der Industrie

Schutz in der fossilen Energiekrise

Optionen für Ausgleich und Entlastung

Klimaschutzverträge für die Industrietransformation (Stahl) - Update

Aktualisierte Analyse zur Stahlbranche

Klimaneutrales Stromsystem 2035 (Vollständige Studie)

Wie der deutsche Stromsektor bis zum Jahr 2035 klimaneutral werden kann

Klimaschutzverträge für die Industrietransformation (Zement)

Analyse zur Zementbranche

12 Thesen zu Wasserstoff

Mobilisierung der Kreislaufwirtschaft für energieintensive Materialien (Zusammenfassung)

Wie Europa den Übergang zu einer fossilfreien, energieeffizienten und energieunabhängigen industriellen Produktion vollziehen kann

All publications are available on our website: www.agora-energiewende.de

Об Agora Energiewende

Agora Energiewende разрабатывает основанные на фактических данных политически реализуемые стратегии для обеспечения успешного перехода к экологически чистой энергии в Германии, Европе и других странах мира. Как аналитический центр и лаборатория по выработке мер политики, мы стремимся делиться знаниями с заинтересованными сторонами в мире политики, бизнеса и науки, обеспечивая при этом продуктивный обмен идеями. Наши научно обоснованные исследования выдвигают на первый план практические меры политики, избегая при этом идеологической повестки дня. Как некоммерческий фонд, финансируемый в основном за счет благотворительных пожертвований, мы не зависим от узких корпоративных или политических интересов и придерживаемся приверженности борьбе с изменением климата.

Agora Energiewende

10178 Берлин | Анна-Луиза-Карш-Штрассе, 2

Тел.: +49 (0)30 700 14 35-000

Факс: +49 (0)30 700 14 35-129

www.agora-energiewende.de

info@agora-energiewende.de

