



Посольство
Великобритании
Нур-Султан



NAZARBAYEV
UNIVERSITY

NATIONAL CONSERVATION
INITIATIVE

Путь Казахстана к нулевым выбросам парниковых газов



Исполнитель:
Корпоративный фонд “National Conservation Initiative”

Под редакцией
Джанкарло Тосато, Канат Байгарин,

Авторы:
Даурен Жумабаев, Айдын Бакдолотов, Рокко Де Мильо, Владимир Литвак,
Асель Байбакишева, Ербол Сарбасов, Канат Байгарин

Март 2022

Примечание:

«Данная публикация (доклад) издана при техническом содействии Посольства Великобритании в Казахстане. Мнения, выраженные в настоящем докладе, представляют собой точку зрения авторов и не обязательно отражают взгляды Посольства».

УДК 504.03
ББК 20.18
П 90

Редакторы: Ж. Тосато, К.А. Байгарин

Путь Казахстана к нулевым выбросам парниковых газов / Даурен Жумабаев,
П 90 Айдын Бакдолотов, Рокко Де Мильо, Владимир Литвак, Асель Байбакишева,
Ербол Сарбасов, Канат Байгарин – Нур-Султан: 2022. – 102 стр.

ISBN 978-601-08-1863-7

Данная работа направлена на изучение способов достижения Казахстаном углеродной нейтральности к 2060 году, курс на которую объявлен Президентом РК Токаевым К.К. Первые несколько глав исследуют решения в секторах энергетики, транспорта, сельского хозяйства и утилизации отходов. Анализируются и другие вопросы, такие как система торговли квотами на выбросы углерода, передача технологий и вопросы преобразования финансового сектора и привлечения инвестиций для достижения показателя углеродной нейтральности. И, наконец, обсуждаются варианты регионального сотрудничества.

Книга предназначена для специалистов, работников научных организаций и учебных заведений, магистрантов, докторантов и всех интересующихся проблемами изменения климата и достижения углеродной нейтральности.

УДК 504.03
ББК 20.18

ISBN 978-601-08-1863-7



ISBN 978-601-08-1863-7

© Д. Жумабаев, А. Бакдолотов, Р. Де Мильо, В. Литвак,
А. Байбакишева, Е. Сарбасов, К. Байгарин, 2022
© Корпоративный фонд «National Conservation Initiative», 2022

Содержание

О редакторах	5
Об авторах	7
Благодарность	9
От редактора	9
Введение	12
Казахстан – профиль страны	13
1. Изменение климата в Центральной Азии и Казахстане	14
1.1 Обзор литературы по изменению климата в Центральной Азии	14
1.2 Данные и методы	15
1.3 Климатические прогнозы	16
2. Прогноз	21
2.1 Энергетический сектор [48] [49]	21
2.1 а Историческая динамика выбросов парниковых газов в энергетическом секторе	21
2.1 б Сценарии выбросов парниковых газов в Энергетическом секторе	22
2.1 с Выбросы парниковых газов	23
2.1 d Электричество	25
2.1 e Теплоснабжение	27
2.1 f Угольная отрасль	28
2.2 Транспорт [50]	29
2.3 Сельское хозяйство [53]	33
2.3 а Анализ тенденций выбросов парниковых газов	33
2.3 б Управление пахотными землями	34
2.3 с Лесной сектор	35
3. Передача технологии	38
3.1 Возобновляемые источники энергии в домашних хозяйствах [56]	38
3.2 Мониторинг и регулировка энергопотребления с помощью умных систем [57]	40
3.3 Очистка сточных вод [59]	41
3.4 Производство удобрений из осадка сточных вод [60]	44
4. Другие элементы	45
4.1 Управление отходами	45
4.1 а Описание текущего состояния системы управления отходами в Казахстане	45
4.1 б Состав твердых бытовых отходов, образующихся в Казахстане, на основе тематического исследования, проведенного в городе Нур-Султан	47
4.1 с Сценарии управления отходами и рекомендации по сокращению выбросов парниковых газов	49
4.1 d Результаты и обсуждение	51
4.2 Новый подход в законодательных и регулирующих механизмах: торговля и налог на выбросы углерода	52
4.3 Короткоживущие загрязнители климата (SLCP)	55
4.4 Финансовый сектор и международные финансы	57

4.5 Отрасли, с трудом поддающиеся сокращению	59
4.6 Социально-экономические меры по смягчению последствий ускоренного отказа от угля – Справедливый переход	59
5. Международное сотрудничество	61
5.1 Углеродно-нейтральный Казахстан-2060 [84]	61
5.2 Преамбула: ключевые послания G20 по окружающей среде, климату и энергии [89], Неаполь (Италия)	61
5.3 Методологический подход	63
5.4 Казахстан и регион Центральной Азии	67
5.5 Казахстан и Российская Федерация	74
5.6 Казахстан и Китай	77
5.7 Казахстан и другие (западные) игроки (фокус на ЕС)	82
5.8 Казахстан и все: цифровизация	84
5.9 Основные выводы	85
Резюме	90
Список литературы	94

О редакторах



Джанкарло Тосато в 2002-2013 годах был исполнительным агентом Соглашения о реализации Программы анализа систем энергетических технологий (ETSAP) в рамках Международного энергетического агентства (МЭА).

Также он был экспертом в первоначальном MARKal ALlocation в 1978 году. В Польше (1980) г-н Тосато был первым, кто предугадал частичное равновесие линейной программы, которая была завершена Ричардом Лулу (2000). В 1998 году он являлся соавтором TIMES (интегрированная система MARKAL-EFOM). С тех пор Амит Канудия поддерживает TIMES с помощью VEDA (Versatile Data Analyst), Front End (FE) и Back End (BE).

С 1978 года по настоящее время Джанкарло Тосато внедряет программу MARKAL/TIMES в Австралии, Японии, Казахстане, Корее, Новой Зеландии, России, США и большинстве европейских стран (Бельгия, Дания, Финляндия, Франция, Германия, Греция, Италия, Ирландия, Нидерланды), Норвегия, Испания, Швейцария, Великобритания).

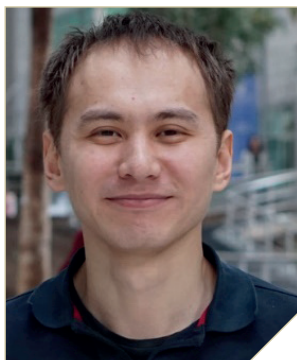


Канат Байгарин в настоящее время является советником президента Назарбаев Университета (НУ). С 2009 года Канат Абдуалиевич занимал различные позиции в структуре университета: управляющий директор НУ, руководитель основанного им в новом университете Центра энергетических исследований, директор NURIS (NU Research and Innovation System) и вице президент по инновациям и науке НУ. Также он является членом Совета директоров Казахстанского института развития индустрии (KIDI) при Министерстве индустрии и инвестиций Республики Казахстан.

В 1999 году доктор Байгарин был назначен национальным координатором Республики Казахстан в РКИК ООН и МГЭИК по переговорным процессам по изменению климата. Он был ведущим переговорщиком по статусу Казахстана в рамках РКИК ООН и Киотского протокола 1999-2010 гг. Также он являлся членом ТИК РКИК ООН. В 2001 году доктор Байгарин основал «Координационный центр по изменению климата» (С4), который имеет статус организации-наблюдателя при РКИК ООН.

Канат Байгарин работал международным консультантом по политике в области изменения климата, вопросам возобновляемых источников энергии в национальных и региональных проектах Агентства США по международному развитию (USAID), Центра энергетических исследований (ECN) в Нидерландах, Программы развития Организации Объединенных Наций (ПРООН), Всемирного банка, Фонда Рокфеллера. С 1975 г. по 1995 г. Д-р. Байгарин работал в Российском исследовательском центре: Курчатовский институт в Москве, Россия, и имеет ученую степень доктора философии Института атомной энергии им. И.В. Курчатова. Д-р Байгарин – выпускник Московского физико-технического института, стипендиат программы «Лидерство в интересах развития и окружающей среды» (LEAD) при поддержке Фонда Рокфеллера.

Об авторах



Даурен Жумабаев имеет степень магистра в области передовых вычислительных методов для авиации Imperial College в Лондоне (2012). Г-н Жумабаев работал в Назарбаев Университете в исследовательской лаборатории энергетики, экологии и климата, где он отвечал за исследовательский проект «Изменение климата в Центральной Азии»; был задействован в моделировании климата и прогнозировании климата над Центральной Азией и Казахстаном; составлял прогнозы изменения климата в регионе ЦА. Он также работал национальным экспертом в области ЗИЗЛХ, сельского хозяйства и управления отходами в ПРООН в Казахстане. Он разработал модель CBM CFS3 для моделирования выбросов парниковых газов в лесном секторе. Г-н Жумабаев проводил обзор национального кадастра Казахстана в области ЗИЗЛХ, собирал данные, разработал модель и проводил моделирование для CBM CFS3 совместно с международными экспертами.



Айдын Бақдолотов – опытный эксперт по моделированию энергетического сектора с исследовательскими интересами в области энергетической политики, изменения климата и экономического развития Казахстана и региона Центральной Азии. В течение своей профессиональной карьеры он работал во многих различных областях, таких как энергетика (теплоэлектроцентрали Алматинской ТЭЦ-2), наука (Назарбаев университет), государственные организации, такие как Институт экономических исследований и Жасыл Даму. Он участвовал во многих проектах, связанных с проблемами смягчения последствий в регионе, включая подготовку определяемых на национальном уровне вкладов (NDC), национальных сообщений, двухгодичных отчетов, стратегии и путей низкоуглеродной декарбонизации и многих других. В этих проектах он в основном принимал участие в анализе, моделировании и подготовке сценариев энергетической и климатической политики с акцентом на выбросы парниковых газов, энергоёмкость ВВП, повышение энергоэффективности и многие другие вопросы. В области экономического моделирования он участвовал в исследованиях, связанных с доходами, налогами, бюджетом и многими другими макроэкономическими параметрами. В настоящее время он работает директором экспертного центра ESG в Институте экономических исследований и участвует в разработке низкоуглеродной стратегии Казахстана. Имеет публикации в национальных и международных журналах.

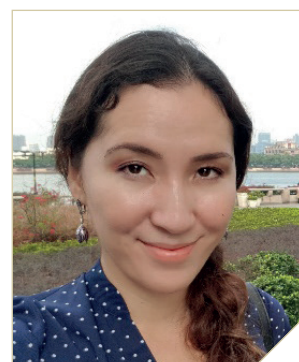
Рокко Де Мильо – инженер по производству и управлению, обладающий обширным опытом в разработке инструментов системы поддержки принятия решений, в применении различных методов моделирования, а также в подготовке и анализе энергетических и климатических стратегий и планов. Он также имеет многолетний опыт работы в Центральноазиатском Каспийском регионе (ЦАК); является ведущим архитектором модели энергосистемы Казахстана, модели многострановой энергосистемы региона ЦАК и связанных информационных панелей. Он является автором ряда публикаций и исследований об энергетическом анализе Казахстана и Центральной Азии, а также разработчиком, администратором и модератором «Форума ЦАК» (сообщества по обмену знаниями об энергии и климате в Центральноазиатском Каспийском регионе). Сейчас он работает старшим международным экспертом по консалтинговым услугам и технической помощи.



Владимир Литвак – руководитель направления углеродных рынков и ESG, климата и устойчивого финансирования ВТБ Капитал, инвестиционно-банковского направления группы ВТБ. Г-н Литвак также имеет более 25 лет опыта в финансировании и управлении возобновляемыми и экологически чистыми традиционными источниками энергии, устойчивой инфраструктурой, проектами и инвестициями по смягчению последствий изменения климата и окружающей среды, а также в разработке и реализации политики ESG, климата, энергетики и окружающей среды в США, России, Центральной Азии, Центральной и Восточной Европе и Азии. Он является одним из пионеров работы с углеродными рынками и углеродным финансированием и участвовал в создании и управлении несколькими фондами углеродной и зеленой энергии и финансовыми учреждениями.



Асель Байбакишева имеет степень магистра государственного управления Университета Южной Калифорнии, США. Работала экспертом в отделе Центра развития торговой политики ВТО, с 2012 года работала в Назарбаев Университете сначала в Центральном офисе по науке, а затем в Отделе международных и научных проектов Корпоративного фонда «Казахстанское национальное географическое общество». В 2019 году назначена директором Корпоративного фонда «National Conservation Initiative».





Ербол Сарбасов – докторант кафедры химии и материаловедения Школы инженерии и цифровых наук Назарбаев Университета. Окончил Алматинский институт энергетики и связи со степенью инженера и проработал 3 года в промышленности, в основном в энергетике, что убедило его получить в дальнейшем степень магистра в Ноттингемском университете (Великобритания) в 2010 году. Позже получил степень доктора философии в инженерной школе Крэнфилдского университета (Великобритания). С тех пор он руководит студентами магистратуры и бакалавриата в НУ и опубликовал уже более 21 работы. Г-н Сарбасов также регулярно выступает в качестве рецензента в международных журналах, таких как «Технология переработки топлива», «Журнал экологически чистого производства» и «Международный журнал по энергетике и исследованиям», а недавно он стал членом Национального научного совета при Министерстве образования и науки. Его опыт включает такие области, как технология чистого угля, преобразование псевдооживленного слоя, отходы в энергию биомассы.

Благодарность

Авторы выражают благодарность Посольству Великобритании в г. Нур-Султан и Назарбаев Университету за поддержку этого проекта, а также следующим экспертам, которые внесли свой вклад в проект на первом этапе: Айымгуль Керимрай и Жанне Капсалямовой.

От редактора

Переговорный процесс в рамках Рамочной Конвенции по изменению климата (РКИК ООН) по мерам и действиям в борьбе с изменением климата на сегодняшний день является наивысшим достижением межгосударственных действий с целью борьбы с глобальной угрозой для человечества. Изменение климата затрагивает интересы любого государства планеты в виду отсутствия национальных границ для парникового эффекта в атмосфере планеты, который является физической причиной происходящего изменения климата.

С момента обретения независимости перед Казахстаном стояли более важные задачи по обеспечению его собственной государственности и устойчивой самостоятельности развития. Тем не менее, в 1995 году страна присоединилась

к Рамочной Конвенции по изменению климата (РКИК ООН), а в 1999 году подписала Киотский протокол (КП). Так, было продемонстрировано желание участвовать в глобальном процессе борьбы с изменением климата. Более того, в том же году Страна объявила на Конференции сторон (КС-5) о своем желании присоединиться к Приложению 1 РКИК ООН, куда входят только развитые страны и ряд стран с переходной экономикой. Такое желание страны вызвало поддержку большинства сторон Конвенции, и в результате непростых переговоров Казахстану удалось определиться со своим статусом, который был сформулирован в решении КС-7 в Марракеше о статусе Казахстана. Решение в случае ратификации Киотского протокола открывало перед страной перспективу привлечения значительных инвестиций в развитие возобновляемых источников энергии, энергосбережения и внедрения эффективных технологий в индустрию и сельское хозяйство. К сожалению, процесс ратификации КП затянулся до 2009 года и все возможности по прорывной декарбонизации экономики страны были упущены. Очевидно, что такая задержка была неслучайной. В стране существовало жесткое лобби, которое не было заинтересовано в резком изменении макроэкономических приоритетов.

Вновь к этой теме страна на высоком политическом уровне вернулась уже в 2020 году, когда Президент Токаев объявил о стремлении Казахстана к углеродной нейтральности и ее достижении в 2060 году. Конечно, теперь условия достижения углеродной нейтральности существенно поменялись, и было необходимо в новых условиях рассмотреть сценарии выхода на траекторию устойчивого развития в рамках уже Парижского соглашения. Начало существенных изменений в целевых макроэкономических ориентирах государства с временной задержкой в двадцать лет приводит к существенным потрясениям, как в социально-экономической жизни, так и политическом устройстве.

В сентябре 2020 года как результат обсуждения подготовки КС-26 в Глазго мы при поддержке Посольства Великобритании решили начать независимые исследования для поиска сценария нулевых эмиссий для Казахстана. Удалось собрать команду экспертов и ученых с большим опытом работы, которая изучила возможности достижения углеродной нейтральности. Это ученые и эксперты из США, Италии и Казахстана, в том числе и профессора Назарбаев университета. Я с удовольствием работал с этой командой последние полтора года, хотя, конечно, знал каждого из них многие годы и не сомневался в их искренности

к этой теме и высокой компетенции. Впервые мы представили результаты на КС-26 в Глазго, где было организовано стороннее мероприятие с представителями многих стран и международных организаций. Здесь публикуются результаты этих исследований. Возможно, они помогут наконец-то принять решение в пользу выбора стратегии устойчивого развития для Казахстана. И объявленная цель углеродной нейтральности из декларации будет трансформирована в политическую цель, национальную идею и практическую программу действий. Конечно, сегодняшняя цена высокого качества жизни и перехода к чистой экономике намного выше, чем, если бы мы повернулись к ней двадцать лет назад.

И теперь уже нам не обойтись без собственных значительных инвестиций, наряду с созданием благоприятных условий для внешних инвестиций. Необходимо осуществить значительные изменения в структуре производства энергии и ее потреблении. Помимо нового подхода к энергоэкономии и эффективности, вовлечения возобновляемой энергии нужно пересматривать структуру передачи и распределения энергоресурсов, по новому подойти к энергобезопасности и вовлечению альтернативных источников энергии. Нам не обойтись без более глубокой интеграции распределения энергии с соседними странами. Необходимо пересмотреть использование природного газа в сторону увеличения его доли. Если мы говорим об углеродной нейтральности и «нулевых» выбросах, необходимо использовать наш очевидный ресурс – это существенное вовлечение атомной энергетики в структуру энергобаланса. Значительные изменения необходимо осуществить и на стороне потребления энергии. Анализ показывает скорее оптимистические перспективы достижения Казахстаном углеродной нейтральности, чем нагнетаемый пессимизм.

Канат Байгарин

Введение

В декабре 2020 года президент Казахстана г-н Токаев объявил, что к 2060 году Казахстан станет углеродно-нейтральной страной. Данная работа направлена на изучение способов достижения углеродной нейтральности в Казахстане, и является продолжением проекта «Путь Казахстана к нулевым выбросам парниковых газов», который в свою очередь был инициирован после того, как президент поставил целью достижение углеродной нейтральности.

Это очень амбициозная цель, учитывая тот факт, что значительный объем энергии в Казахстане вырабатывается на угольных электростанциях. Основные проблемы, с которыми сталкивается Казахстан — это высокая зависимость от угля в процессе производства электроэнергии и тепла, отсутствие средств для инвестирования в возобновляемые источники энергии, транспорт, неэффективность государственных расходов на мероприятия по смягчению последствий, высокие выбросы парниковых газов, вырабатываемых на пахотных землях.

В целях прекращения использования угля и перехода на углеродно-нейтральные технологии для

дальнейшего производства энергии наиболее эффективным способом с минимальным ущербом для экономики, Казахстану необходимы дополнительные финансовые ресурсы. Данный проект исследует пути достижения углеродной нейтральности наиболее эффективным и рентабельным способом. Проект развивает путь углеродной нейтральности Казахстана, используя как краткосрочное, так и долгосрочное видение.

В контексте 26-й Конференции ООН по изменению климата, прошедшей в г. Глазго в ноябре 2021 года, подход Казахстана к достижению углеродной нейтральности может быть интересен другим странам. Результаты данной работы были представлены на вышеуказанном мероприятии.

Данный отчет разделен на главы. Первые несколько глав исследуют решения в секторах энергетики, транспорта, сельского хозяйства и утилизации отходов. Анализируются и другие вопросы, такие как система торговли квотами на выбросы углерода, передача технологий и финансовые темы. И, наконец, обсуждаются варианты регионального сотрудничества.

Казахстан – профиль страны

Казахстан является девятой по величине страной в мире, площадь которой превышает 2700 миллионов квадратных километров [1]. Граничит на севере и западе с Россией, на востоке – с Китаем, на юге – с Кыргызстаном, Узбекистаном и Туркменистаном [2]. Территория Казахстана в основном покрыта долинами и степями, восток и юго-восток страны занимает горная местность, на западе страна омывается водами Каспийского моря. Население страны составляет более 17 миллионов человек, из которых около 53,2% проживают в городских центрах [47].

Климат в Казахстане резко континентальный, с холодной зимой и жарким летом. Средняя температура

зимой составляет – 18 °С на севере и – 3 °С на юге, летом температура разнится от + 19 °С на севере до + 29 °С на юге. Годовая норма осадков колеблется от 1500 мм в горных районах до 200-500 мм в степях и 100-200 мм в пустынях. По данным Национальной метеорологической службы [14], с 1941 года средняя температура в Казахстане повышалась примерно на 0,28 градуса Цельсия за десятилетие. Максимальное значение 0,37 °С за 10 лет наблюдается в Западном Казахстане, наименьший рост наблюдается в Южно-Казахстанской области (0,24°С каждые 10 лет). При этом количество осадков не изменилось. В настоящее время среднегодовая температура в Казахстане составляет около 0,7 градуса по Цельсию.

1. Изменение климата в Центральной Азии и Казахстане

1.1 Обзор литературы по изменению климата в Центральной Азии

Страны Центральной Азии столкнулись с такими проблемами изменения климата, как тенденция к повышению температуры и увеличение количества погодных аномалий [9]. Проблемы с водными ресурсами, связанные с неэффективным использованием и управлением, изменениями количества осадков и сброса воды уже привели к почти полному высыханию Аральского моря [3] и могут вызвать проблемы с выработкой гидроэлектроэнергии [19]. Поскольку сельское хозяйство в странах Центральной Азии сильно зависит от осадков [13], оно в наибольшей степени чувствительно к последствиям изменения климата.

Национальные правительства в Центральной Азии разработали стратегии адаптации [4]. Правительство Казахстана приняло модель «зеленой экономики-2050» для решения проблем, связанных с изменением климата, что предполагает переход к низкоуглеродному развитию экономики и использованию возобновляемых источников энергии [10]. Данный факт доказывает необходимость предоставления надежных прогнозов будущего изменения климата политикам и лицам, принимающим решения [6].

Насколько известно авторам, попыток создать климатические проекции с высоким разрешением с использованием региональных климатических моделей Казахстана и Центральной Азии [16, 15, 11, 12] было недостаточно.

Смолл анализирует характеристики моделирования осадков модели RegCM2 над Центральной Азией [16]. Модель фиксирует аномалии осадков, но может занижать или переоценивать их среднее количество. Несмотря на то, что был проведен тщательный статистический анализ, моделирование охватило всего пять лет, что с учетом года проведения дает весьма устаревшие результаты.

Шиман систематически сравнивает средние сезонные осадки между различными наборами данных наблюдений и региональной моделью CHRM [15]. Они приходят к выводу, что модель может отражать пространственное распределение осадков, но это отличается от сезонной изменчивости осадков. Это дает хорошее представление о производительности наборов данных и модели, однако никаких будущих прогнозов CHRM не рассматривается.

Маннинг оценил эффективность региональной климатической модели (RCM) REMO в том же регионе [11]. В частности, годовая температура и осадки сравнивались с сеточными наблюдениями за период 1971-2000 гг. Средние летние и зимние прогнозы температуры и осадков представлены для трех последних десятилетий двадцать первого века (2071-2100 гг.).

Озтюрк проверил региональный RegCM4.3.5, управляемый глобальными моделями HadGEM2-ES и MPI-ESM-MR, по набору данных реанализа Era-Interim [12]. Прогнозы показали относительно

высокое повышение температуры и уменьшение количества осадков во все сезоны.

Ху изучал изменение количества осадков в 21 веке в ЦА. Было обнаружено, что существует тенденция к увеличению годового количества осадков за 1951-2013 гг. примерно на 2 мм за десятилетие и корреляция с Эль-Ниньо/Южным колебанием (ЭНЮК).

Сонг и Бай проанализировали как сеточные, так и станционные наблюдения [17]. В течение 1960-2013 гг. наблюдалось небольшое общее увеличение количества осадков, в основном из-за увеличения зимних осадков.

1.2 Данные и методы

В данном отчете используется региональная модель PRECIS (Обеспечение региональных климатических данных для исследований воздействия), разработанная Метеорологическим бюро Центра Хэдли [65]. Моделирование PRECIS проводилось с помощью глобальной климатической модели HadGEM ES2 для двух исторических периодов времени: с 1960 по 2004 год и для будущего периода с 2005 по 2099 год согласно сценариям выбросов RCP2.6 и RCP8.5. Кроме того, для тех же периодов времени представлен

Было обнаружено, что около 80% земель ЦА очень чувствительны к аномалиям осадков [Гесснер и др.].

Исторические тренды выпадения осадков проанализированы в Сонг и Бай [17]. Были проанализированы данные станций за 1960–2013 гг. из Глобальной сети исторической климатологии (версия 3.02) и Китайского метеорологического управления, а также данные наблюдений с координатной привязкой из GPCC, CRU, MERRA и TRMM. Никакой значимой тенденции не обнаружено, за исключением Юго-Востока Центральной Азии и умеренного увеличения зимних осадков.

сценарий A1B, основанный на глобальной климатической модели Ecam и HadCM3. В данном отчете период с 1980 по 2004 год рассматривался как недавнее прошлое, а с 2025 по 2049 год и с 2050 по 2074 год как будущие периоды времени. Разрешение моделирования составляет 0,220 на 0,220, что позволяет получить хорошие пространственные детали по всей области. В модельную область входят все страны Центральной Азии: Казахстан, Узбекистан, Кыргызстан, Туркменистан и Таджикистан.

1.3 Климатические прогнозы

В качестве климатических сценариев в этом отчете [61] использовались суточные данные об осадках и среднесезонные изменения температуры и осадков за период 2025-2049 гг. и 2050-2074 гг.

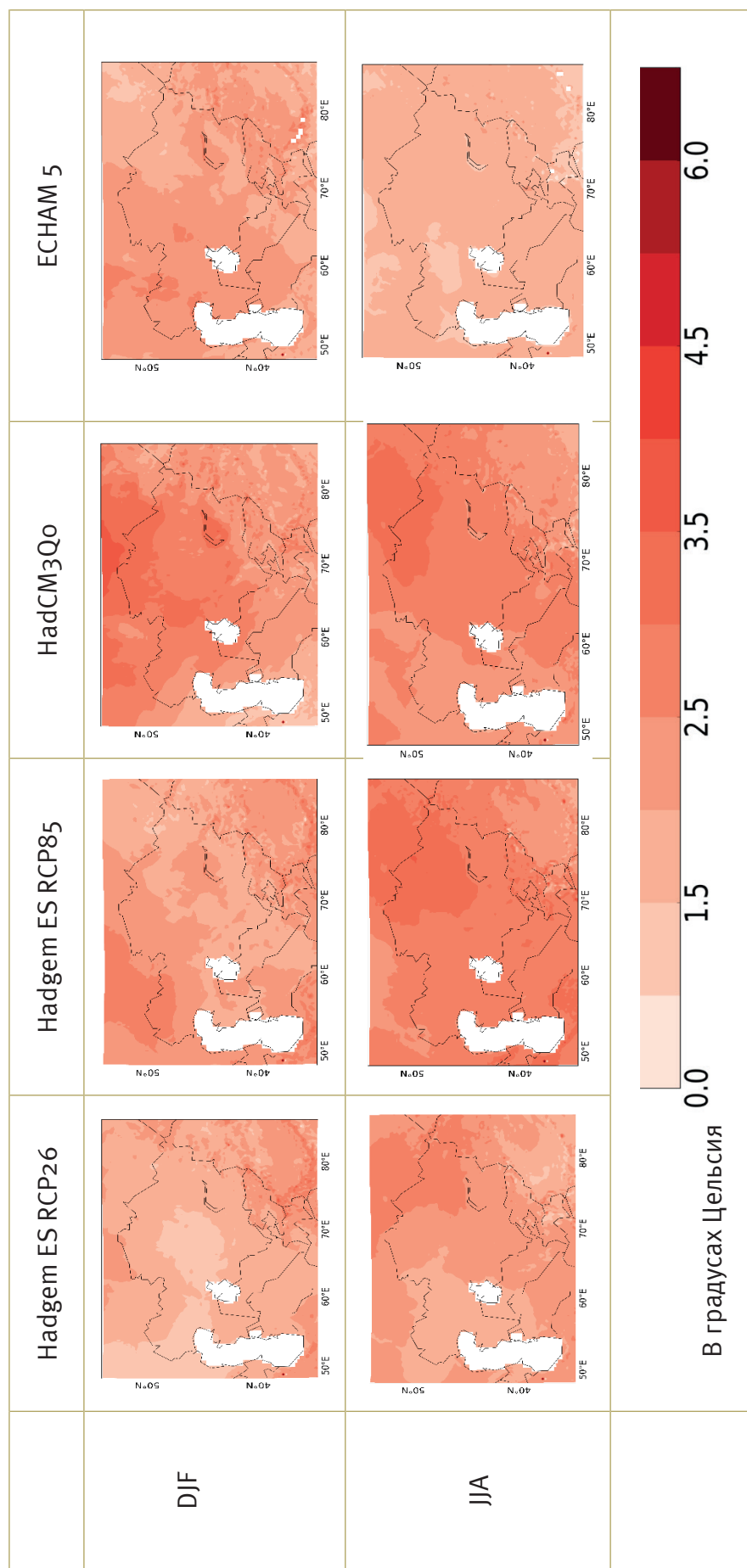


Рисунок 1.1 – Прогнозы температуры воздуха (в градусах Цельсия) для области на 2025–2049 годы по сравнению с 1980–2004 годами согласно PRECIS, основанные на различных GCM. Здесь DJF – означает зима, JJA – означает летние месяцы.

Ближайшие 25 лет показывают умеренное повышение температуры от 2 до 4 градусов Цельсия в зависимости от местности. Но тенденция такова, что северные районы испытывают более высокий подъем температуры.

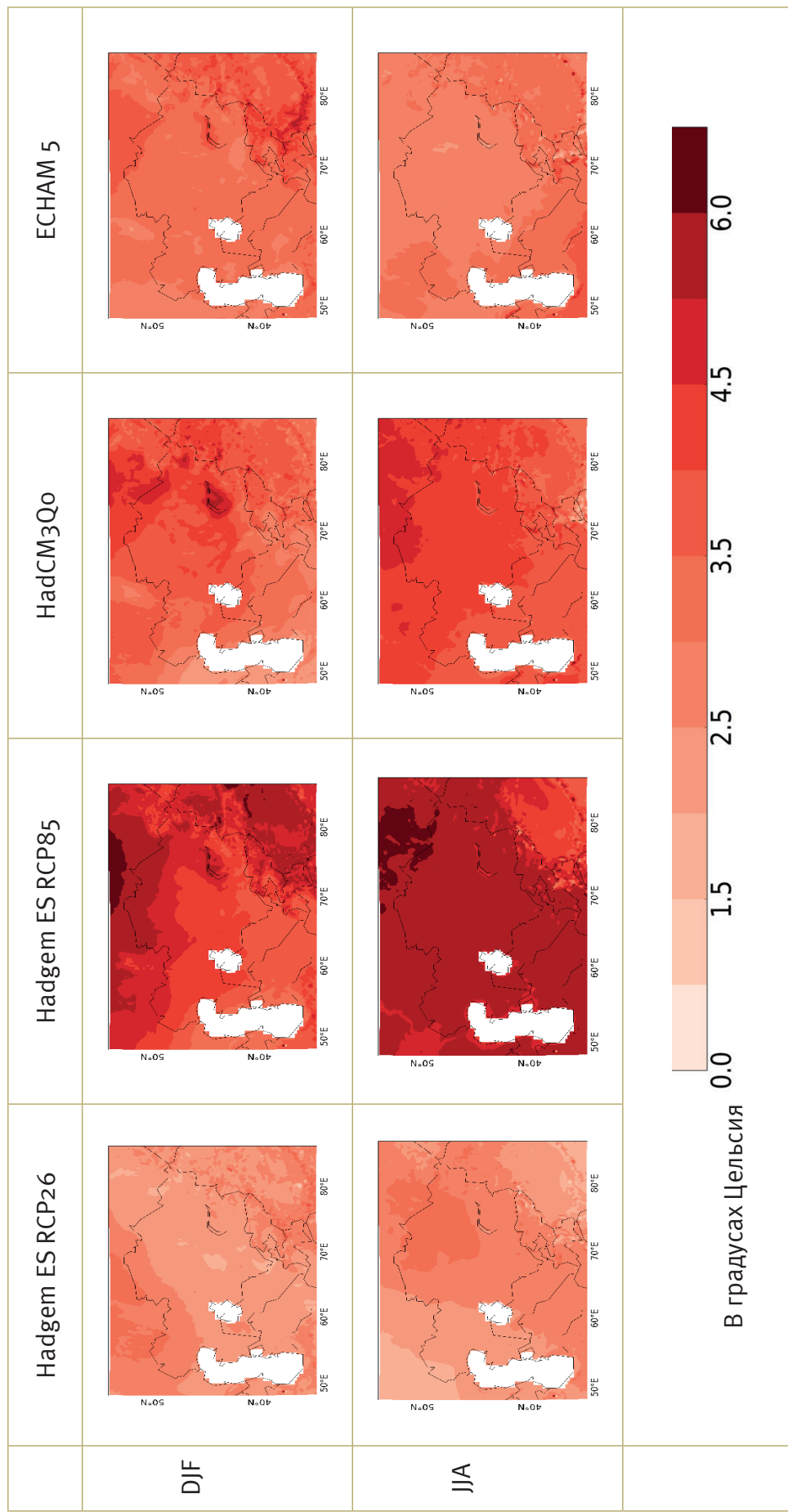
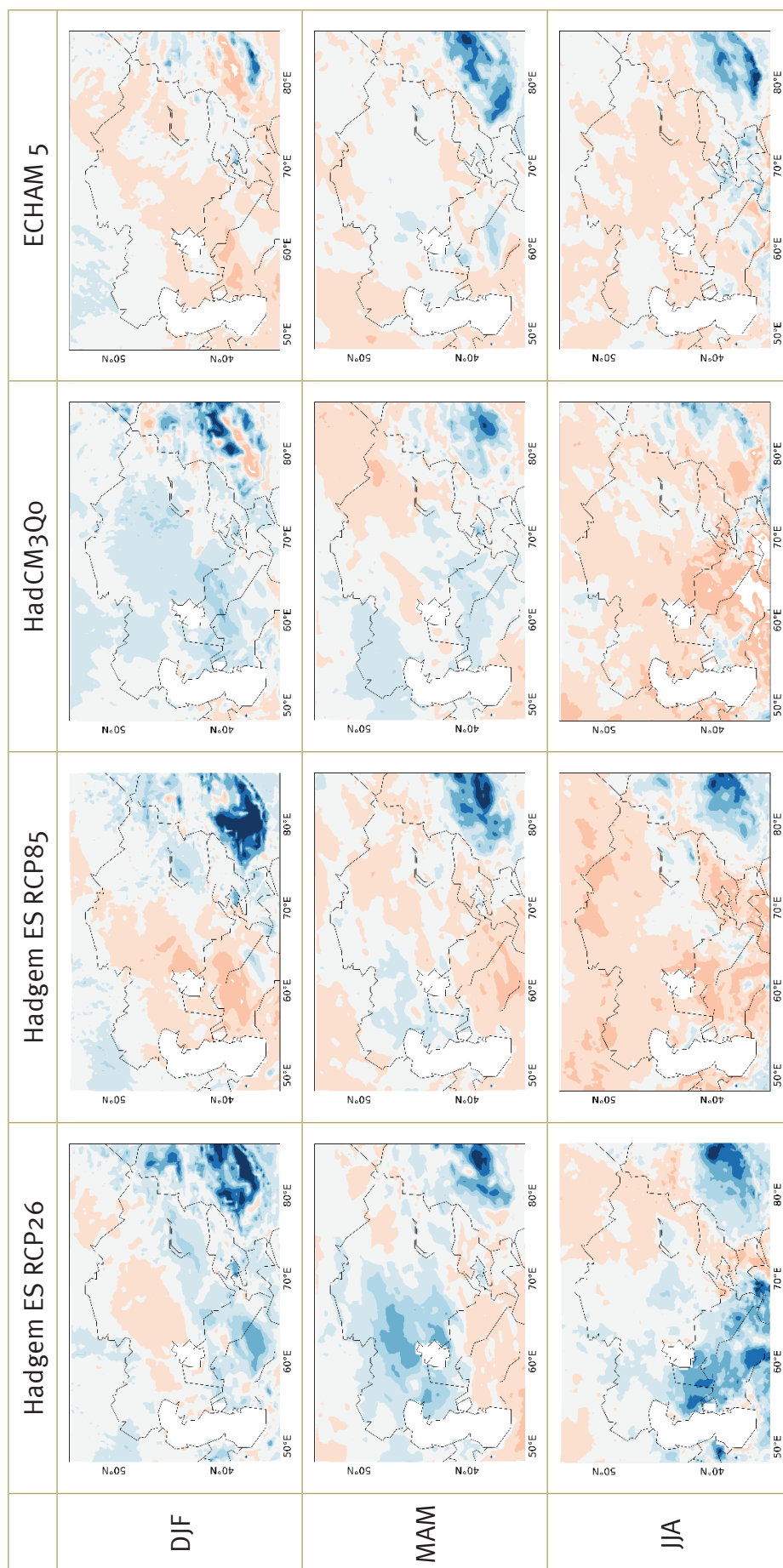


Рисунок 1.2 – Прогнозы температуры воздуха (в градусах Цельсия) для области на 2050-2074 гг. по сравнению с 1980-2004 гг. Согласно PRECIS, основанные на различных GCM. Здесь DJF – означает зиму, JJA – означает летние месяцы.

Прогнозы изменения температуры были представлены для лета и зимы.

Как видно из температурных прогнозов, сценарий RCP 8.5 показывает максимальное повышение температуры из-за более высоких выбросов парниковых газов в этом сценарии. Согласно сценарию RCP8.5 температура повысится на 4-6 градусов Цельсия по сравнению с базовым периодом времени. Все модели показывают, что в северных территориях будет более сильное повышение температуры. Прогнозы изменения количества осадков представлены для всех сезонов.



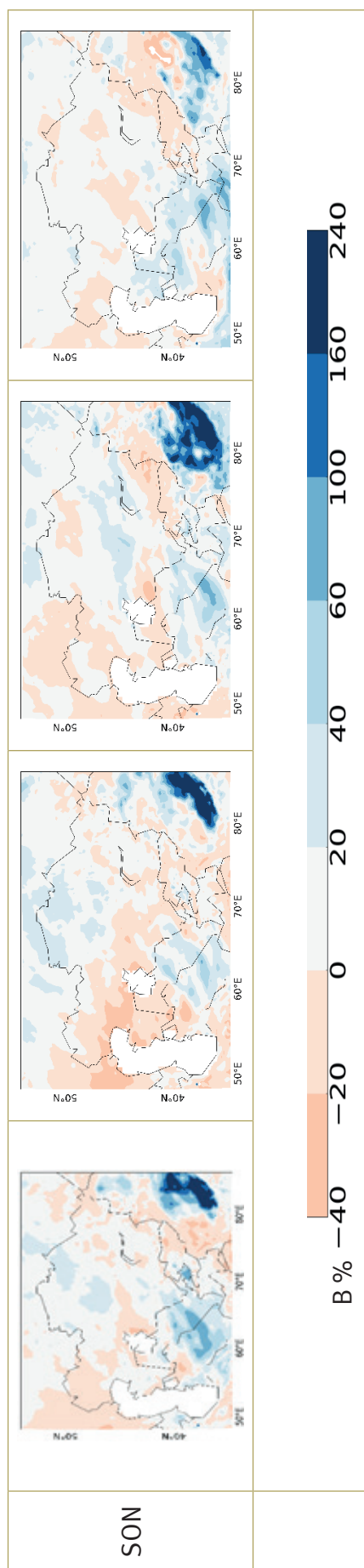
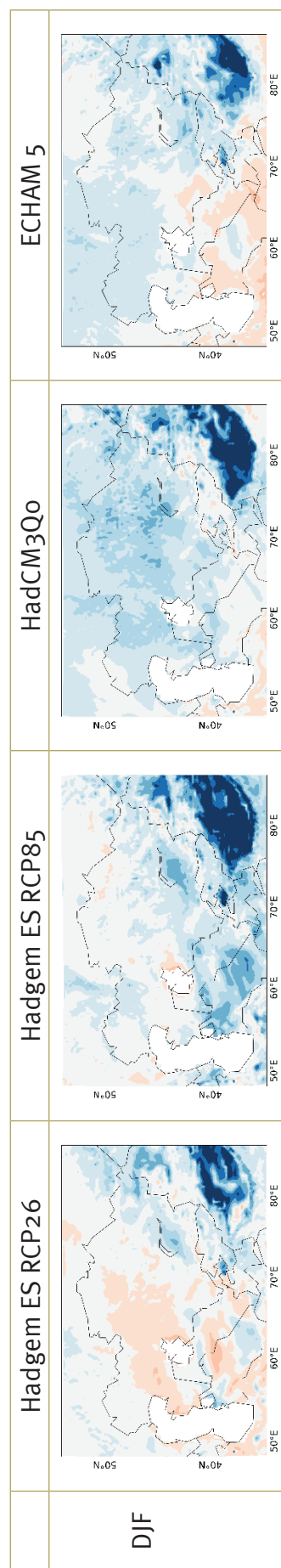


Рисунок 1.3 – Прогнозы осадков (в %) для области на 2025-2049 годы по сравнению с 1980-2004 годами согласно PRECIS, основанные на различных GCM. Здесь DJF – означает зиму, JJA – означает лето, MAM – весну, SON – означает осенние месяцы.

Прогноз осадков не показывает четкой тенденции. Модели различаются по месту и размеру изменения. Многие исследователи приходят к выводу, что примерный уровень осадков в Центральной Азии останется прежним. Однако можно увидеть, что Precis не моделирует осадки в горах на юго-востоке.



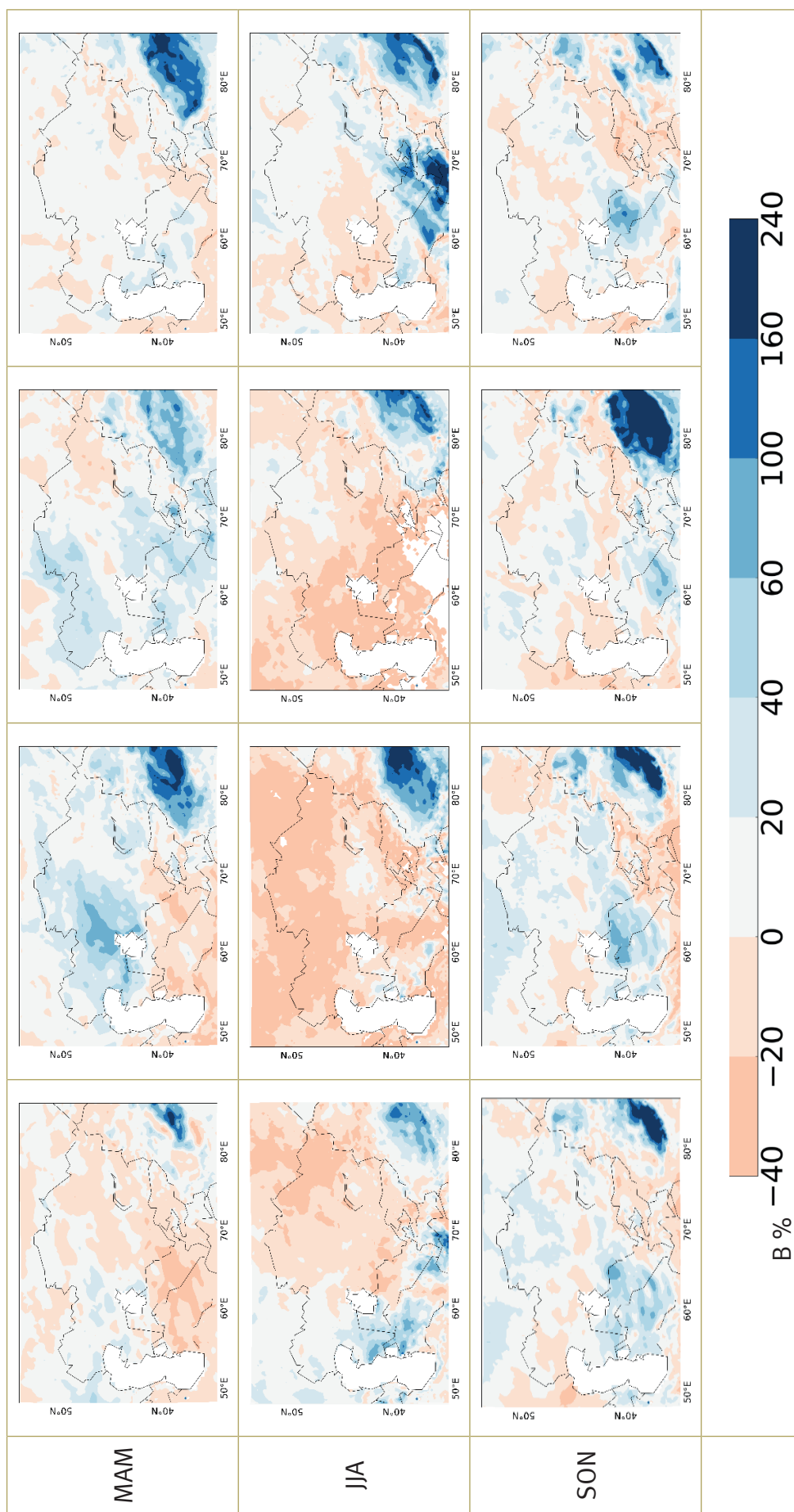


Рисунок 1.4 – Прогнозы осадков (в %) для области на 2050–2074 годы по сравнению с 1980–2004 годами согласно PRECIS, основанные на различных GCM. Здесь DJF – означает зиму, JJA – означает лето, MAM – весну, SON – означает осенние месяцы.

Точно так же прогнозы осадков 2050-2074 годов различаются в зависимости от сезона и местоположения. Однако летние осадки во всех моделях имеют тенденцию к уменьшению на большей части территории Казахстана. Летние осадки очень важны для выращивания сельскохозяйственных культур. Уменьшение количества осадков может значительно снизить объем сельскохозяйственной продукции. Необходимы дальнейшие дополнительные исследования для оценки изменения количества осадков и его воздействия на Казахстан и Центральную Азию.

2. Прогноз

2.1 Энергетический сектор [48] [49]

Энергетический сектор в данной главе включает в себя все сектора, где происходит сжигание энергетических ресурсов и летучие выбросы. Энергетическая деятельность является основным источником выбросов парниковых газов в Республике Казахстан, около 80 % всех эмиссий ПГ. Согласно Руководящим принципам МГЭИК 2006 года сектор «Энергетическая деятельность» включает категории: Энергетическая промышленность, Обрабатывающая промышленность и строительство, Транспорт, Другие сектора, Прочие источники и Летучие выбросы.

2.1 а Историческая динамика выбросов парниковых газов в энергетическом секторе

Историческая динамика выбросов ПГ в энергетическом секторе основана на отчете о национальной инвентаризации парниковых газов Казахстана. В 2019 году суммарные выбросы ПГ в секторе «Энергетическая деятельность» составили 261,231 млн тонн CO₂-экв. что меньше уровня 1990 г. на 8,5 % и на 6,1 % меньше выбросов 2018 года.

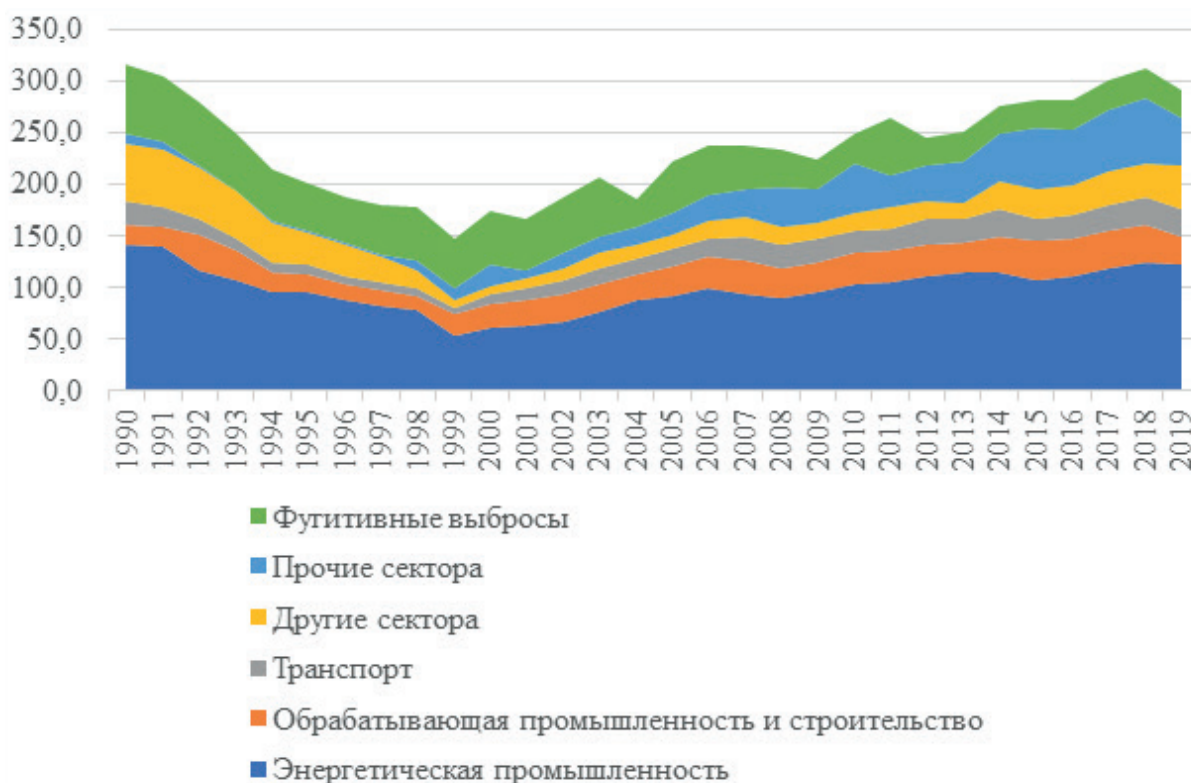


Рисунок 2.1 – Историческая динамика выбросов ПГ в энергетическом секторе, миллион тонн CO₂-экв

Наибольшие выбросы ПГ в энергетическом секторе производит «Энергетическая промышленность», на ее долю приходится не менее 42,4% всех эмиссий ПГ. В данную категорию входят такие отрасли как производство тепло- и электроэнергетики, перегонка нефти и производство нефти, газа и твердого топлива. Связано это со сложившейся структурой энергетической системы Казахстана, основанной на использовании угля и континентальным климатом с четко выраженными сезонами года. Выбросы ПГ в категории «Энергетическая промышленность» в 2019 г. составили 123,6 млн тонн CO₂-экв., что на 13,2% меньше уровня 1990 г. и на 1,3% меньше уровня 2018 г.

Второй по вкладу в общие выбросы ПГ в энергетическом секторе приходится на категорию «Обрабатывающая промышленность и строительство». В 2019 году вклад этой категории составил 8,8%, по отношению к 2018 году выбросы ПГ в 2019 году уменьшились на 28,6% и составили 25,6 млн тонн CO₂-экв и по отношению к базовому 1990 году превышают на 23,3%. Данный сектор важен для экономики страны и также характеризуется значительным использованием твердого топлива для своих нужд в таких отраслях как черная и цветная металлургия.

Третьей по вкладу в общие выбросы ПГ является категория «Транспорт», ее доля в 2019 году составила 9,1%, или 26,6 млн тонн CO₂-экв. Выбросы в этой категории превышают базовый 1990 год на 16%, а предшествующий 2018 г. на 1,7%. Данный сектор является одним из ключевых для экономики страны. Однако, выбросы ПГ в данном секторе растут не только в силу роста экономики, но и в силу возрастания доли устаревшего парка,

и, как результат, возрастания выбросов ПГ и загрязняющих веществ на единицу пробега, пассажиропотока и грузопотока.

2.1 b Сценарии выбросов парниковых газов в Энергетическом секторе

Для исследования возможности достижения углеродной нейтральности была использована модель энергетической системы TIMES (The Integrated MARKAL-EFOM system), которая была разработана в рамках программы ETSAP (The Energy Technology Systems Analysis Program) Международного энергетического агентства и используется во многих странах для исследования энергетических и климатических политик. Данная модель охватывает сектор энергетической системы, от добычи ископаемых ресурсов, через трансформации, транспортировку, распределение и до конечного потребления.

Были проведены расчеты по двум сценариям – базовому сценарию и сценарию декарбонизации. Базовый сценарий не содержит ограничений по выбросам ПГ и развивается в соответствии с продолжением исторической динамики экономического развития. В сценарии декарбонизации исследуется возможности максимального снижения выбросов ПГ, которые дает модель с учетом возможности использования технологий с чистыми видами энергии. То есть модель выбирает такую структуру энергетических секторов, которая, во-первых, позволяет удовлетворить конечный спрос на энергию, и во-вторых, снижает выбросы ПГ.

Помимо ограничения выбросов ПГ, в сценарии декарбонизации заложены внедрение атомных станций (АЭС) на

уровне мощностей в размере 1,2 ГВт в 2030 году, 1,2 и 0,6 ГВт в 2035 году и 0,6 ГВт в 2040 году. Такой порядок связан с предположением о вводе АЭС в размере двух блоков по 1,2 ГВт в поселке Улькен, и двух блоков по 0,6 ГВт в г. Курчатове и в г. Актау. Так как данные мощности не могут быть построены и введены одновременно, то их ввод был растянут на 10 лет. Также был разработан сценарий без атомных станций, где декарбонизация реализовывалась за счет внедрения традиционных источников возобновляемой энергетики. Это не приводило к существенным изменениям тарифов на электроэнергию по сравнению с атомной энергетикой.

В следующих главах даны результаты по выбросам ПГ и по соответствующей структуре выработки и мощностям.

2.1 с Выбросы парниковых газов

Выбросы ПГ в базовом сценарии и сценарии декарбонизации представлены ниже. Как видно, в базовом сценарии выбросы ПГ в энергетическом секторе возрастают. В случае же со сценарием декарбонизации, выбросы ПГ снижаются до 23,7 миллион тонн CO₂-экв. Данный объем выбросов, в течении следующих 10 лет, от 2050 до 2060 года, с помощью новых технологий, должен быть снижен далее, с целью достижения углеродной нейтральности.

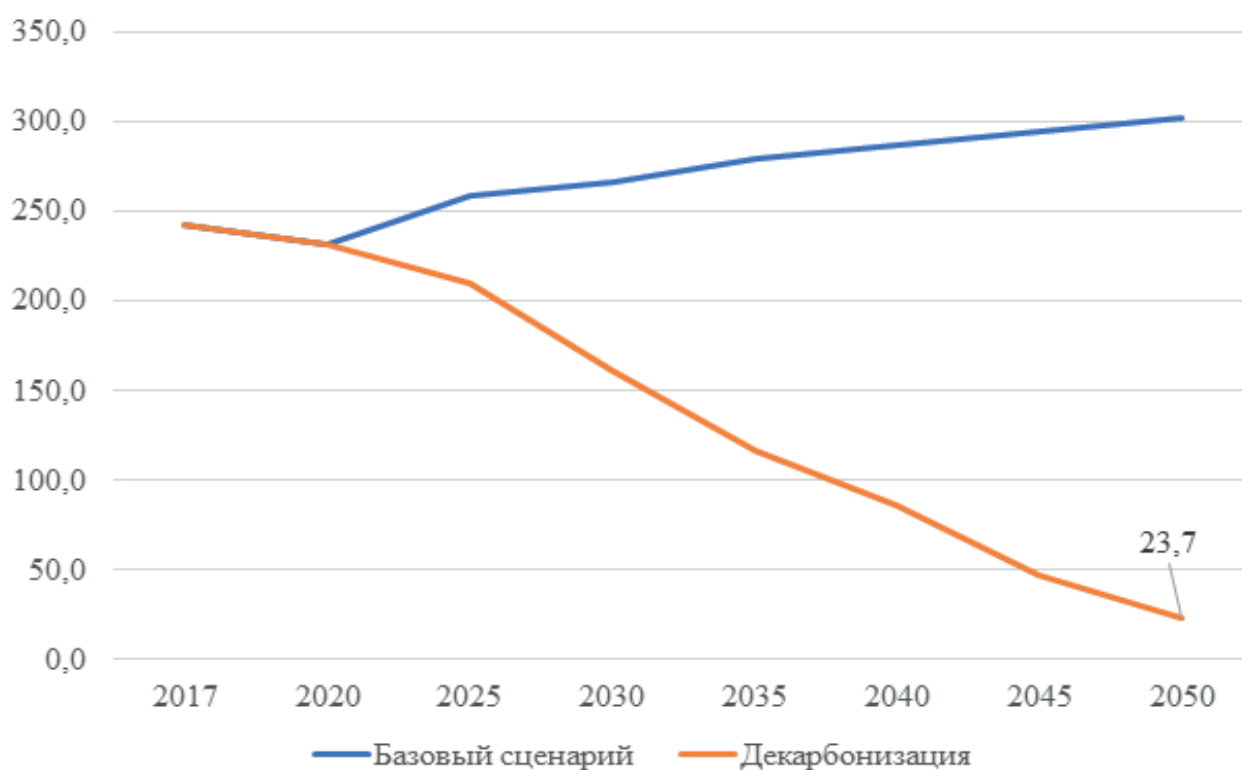


Рисунок 2.2 – Выбросы парниковых газов в энергетике по сценариям, млн т CO₂-экв.

Ниже приводятся выбросы ПГ по секторам энергетического сектора в более детальной разбивке для сценария декарбонизации.

К 2050 году на сектор производства электроэнергии будет приходиться 21,4 млн т CO₂-экв, из которых 20,2 млн т CO₂-экв будет поглощено технологиями УХУ

(улавливание и хранение углерода), а на балансе останется 1,2 млн т CO₂-экв. Производство электроэнергии увеличится со 108,1 млн кВт*ч в 2020 году (при 82,9 млн тонн CO₂-экв) до 320,6 млн кВт*ч в 2050 году.

Выбросы ПГ в 2050 году в этом секторе будут происходить от использования природного газа, который необходим для маневрирования мощностей, компенсирующей нестабильность производства из ВИЭ (возобновляемых источников энергии).

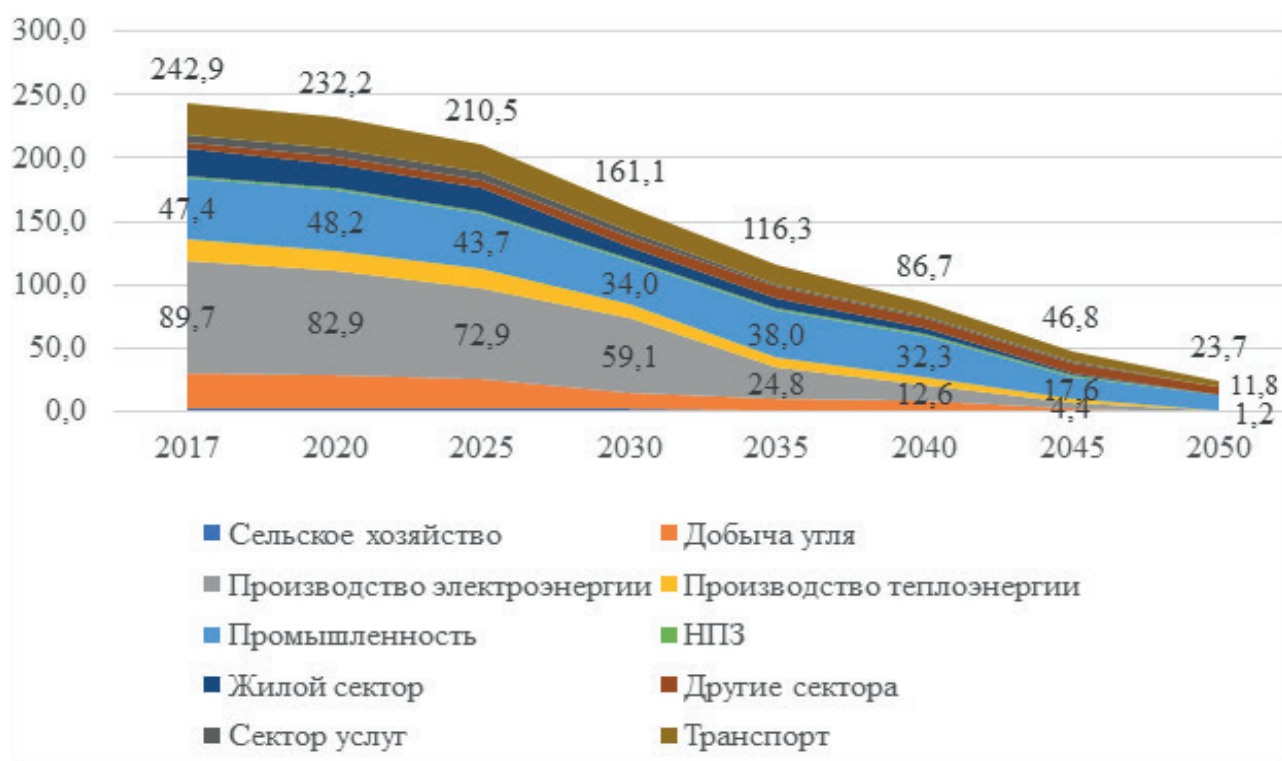


Рисунок 2.3 – Выбросы парниковых газов в энергетике, млн т CO₂-экв.

Таблица 2.1 – Выбросы парниковых газов в энергетике, млн т CO₂-экв.

	2017	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Сельское хозяйство	2.4	2.4	2.2	1.9	1.4	1.0	0.5	0.0
Добыча угля	27.7	26.1	23.0	12.7	8.8	8.0	1.9	0.1
Производство электроэнергии	89.7	82.9	72.9	59.1	24.8	12.6	4.4	1.2
Производство теплоэнергии	16.8	15.0	15.0	11.4	7.9	5.7	2.9	0.0
Промышленность	47.4	48.2	43.7	34.0	38.0	32.3	17.6	11.8
НПЗ	1.4	1.4	1.2	1.1	1.1	1.2	1.2	0.9
Жилой сектор	22.1	19.8	18.1	10.1	7.6	5.0	2.5	0.0
Другие сектора	4.9	5.9	7.4	8.0	8.7	7.7	7.6	6.1
Сектор услуг	6.6	5.5	5.1	3.4	2.6	1.7	0.9	0.0
Транспорт	23.8	25.1	21.8	19.4	15.4	11.5	7.6	3.6
Всего	242.9	232.2	210.5	161.1	116.3	86.7	46.8	23.7

2.1 d Электричество

Декарбонизация электроэнергетического сектора – одна из основных политик, которые в первую очередь рассматриваются при сокращении выбросов парниковых газов в стране. Производство электроэнергии и тепла играет важную роль в сокращении выбросов парниковых газов; доля выбросов в 2019 году составила 30,1%, что на 2,3% меньше уровня 1990 года.

Стоимость декарбонизации электроэнергетического сектора зависит от многих факторов, в основном от структуры технологий будущей генерации. Стоимость возобновляемых источников энергии будет снижаться с каждым годом, и их доля в будущей структуре будет увеличиваться. В то же время газификация будет происходить в электроэнергетическом секторе с целью уменьшения выбросов парниковых газов и преодоления непостоянного характера возобновляемых источников энергии.

Согласно результатам, производство электроэнергии увеличится со 108,1 млн кВт*ч в 2020 году до 320,6 млн кВт*ч в 2050 году, то есть более чем в 3 раза, что указывает на важность электрификации энергосистемы и экономики на пути к декарбонизации.

Роль угля в производстве электроэнергии будет сводиться на нет, и к 2050 году достигнет практически нулевой отметки. Надо отметить что снижение роли угля предполагается естественным убытием мощностей, которые на данный момент уже в большинстве случаев выработали парковый ресурс, и для многих он продлевается периодически. То есть наступает момент, когда необходимо производить замену существующих мощностей новы-

ми. При этом будут ли они того же типа, то есть на угле или на чистых видах энергии, в любом случае для такой замены потребуются финансовые ресурсы для инвестиций. Это в свою очередь повлечет необходимость в повышении тарифов для привлечения инвестиций. Социальная значимость вопроса повышения тарифов влечет за собой вопрос правильной политики в отношении тарифной политики, то есть повышение должно быть плавным и темпы должны уступать темпам роста доходов населения.

Другой момент, связанный с повышением тарифов, относится к созданию общего электроэнергетического рынка в рамках Евразийского экономического союза (ЕАЭС). Данное объединение будет сопровождаться гармонизацией тарифов с другими странами, то есть повышением тарифов до уровня соседних стран, членов ЕАЭС.

С одной стороны, повышение тарифов влечет за собой возможность вводить необходимые новые мощности, с другой стороны, позволит рассмотреть вопрос импорта электроэнергии в случае недостатка мощностей при переходе к новой структуре электроэнергетики. Общий электроэнергетический рынок также позволит получить регулируемую мощность по более низким тарифам от Российской Федерации и от стран Центральной Азии, и более эффективно справляться с нестабильностью возрастающей доли ВИЭ.

Как видно из рисунка, природный газ увеличивается в использовании для производства электроэнергии в промежуточный период и в дальнейшем, ближе к 2050 году, будет использоваться больше на маневровых мощностях для поддержки компенсации нестабильности

ВИЭ. При этом выбросы ПГ от них будут улавливаться технологиями УХУ.

Выработка на чистых возобновляемых видах энергии будет расширяться. Выработка от ГЭС увеличивается незначительно. Большими темпами растет

выработка с использованием солнечной энергии, и более высокими темпами растет выработка от энергии ветра.

Атомные электростанции появятся в 2030 году, что предполагается предпосылками сценария декарбонизации.

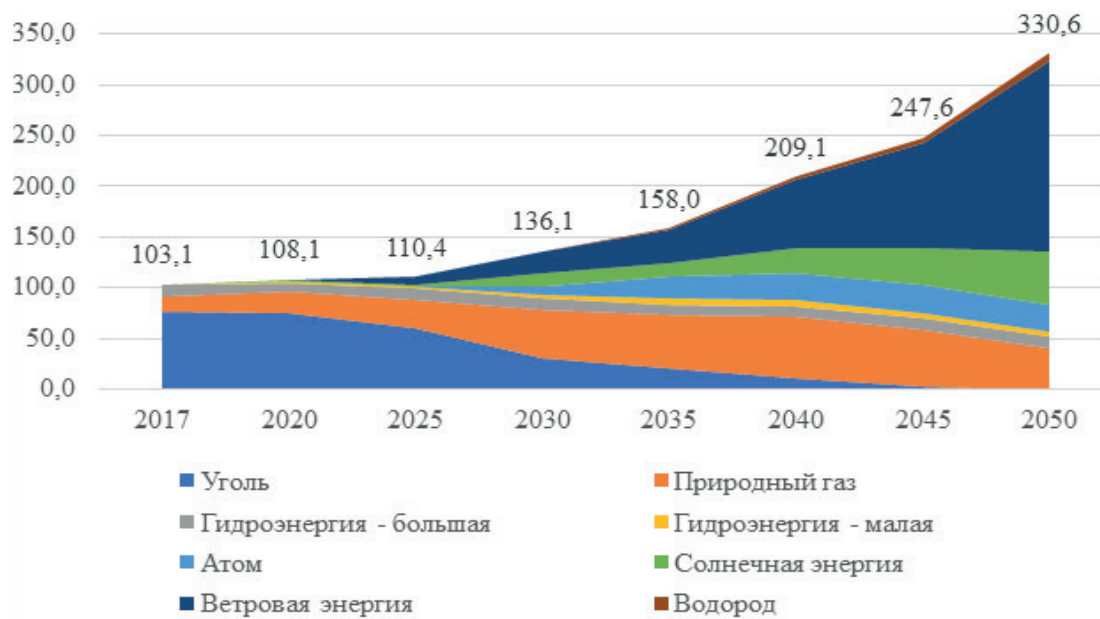


Рисунок 2.4 – Выработка электроэнергии по видам топлива, млрд кВт*ч

Таблица 2.2 – Выработка электроэнергии по видам топлива, млрд кВт · ч

	2017	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Уголь	76.3	74.5	60.9	30.3	20.5	10.2	2.8	0.0
Природный газ	15.3	21.7	27.6	48.4	52.1	60.9	56.4	40.4
Гидроэнергия – большая	11.2	8.7	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2
Гидроэнергия – малая	0.0	0.8	1.1	2.7	5.2	5.2	5.2	4.8
Атом	0.0	0.0	0.0	8.9	22.3	26.8	26.8	26.8
Солнечная энергия	0.0	1.3	1.9	13.7	13.7	24.7	37.2	51.9
Ветровая энергия	0.3	1.1	7.7	21.0	31.4	67.2	102.7	188.5
Водород	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	2.9	5.3	7.1
Общая выработка	103.1	108.1	110.4	136.1	158.0	209.1	247.6	330.6

Таблица 2.3 – Структура выработки электроэнергии, %

	2017	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Уголь	74.0	68.9	55.2	22.2	13.0	4.9	1.1	0.0
Природный газ	14.8	20.1	25.0	35.5	33.0	29.1	22.8	12.2
Гидроэнергия – большая	10.8	8.1	10.1	8.2	7.1	5.3	4.5	3.4

	2017	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Гидроэнергия – малая	0.0	0.8	1.0	1.9	3.3	2.5	2.1	1.4
Атом	0.0	0.0	0.0	6.6	14.1	12.8	10.8	8.1
Солнечная энергия	0.0	1.2	1.7	10.1	8.7	11.8	15.0	15.7
Ветровая энергия	0.3	1.0	7.0	15.4	19.9	32.1	41.5	57.0
Водород	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.4	2.1	2.1
Общая выработка	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Выработка угольной электроэнергии снизится с 74,0% в 2017 году до 0,0% в 2050 году. Доля природного газа в генерации в 2030 году составит 35,4%, что более 25,0% от установленной в «зеленой» концепции Казахстана, и это подчеркивает важность природного газа для цели декарбонизации. В 2050 году его доля составит 12,2% и она будет приходиться на маневренные мощности.

Гидроэлектроэнергия будет увеличиваться по абсолютной величине, но из-за более низких темпов роста по

сравнению с общей выработкой ее доля уменьшится.

Большая часть возобновляемых источников энергии приходится на ветряную генерацию в 2050 году – более половины электроэнергии – 57,0%.

Доля атома сначала увеличивается до 2035 года (14,1%), но к 2050 году уменьшается и составит 8,1%.

Ниже представлены уровни по установленным мощностям.

Таблица 2.4 – Установленная мощность по видам топлива, ГВт

	2017	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Уголь	16.3	13.4	15.5	15.2	12.5	8.5	5.0	3.5
Природный газ	3.1	6.0	5.5	10.5	11.7	17.8	21.2	19.8
Гидроэнергия – большая	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
Гидроэнергия – малая	0.0	0.1	0.3	0.6	1.2	1.2	1.2	1.1
Атом	0.0	0.0	0.0	1.2	3.0	3.6	3.6	3.6
Солнечная энергия	0.1	1.0	1.1	7.8	7.8	14.1	21.3	29.7
Ветровая энергия	0.1	0.5	2.6	7.1	10.7	28.5	46.9	79.7
Водород	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.3	0.3
Общая мощность	22.2	23.6	27.6	45.1	49.9	76.8	102.1	140.4

По результатам сценария декарбонизации проектная мощность выработки электроэнергии увеличится с 23,6 ГВт в 2020 году до 45,1 ГВт в 2030 году, составит 76,8 ГВт в 2040 году и 140,4 ГВт в 2050 году (в 5,9 раза по сравнению с 2020 годом).

2.1 е Теплоснабжение

Сектор теплоснабжения является одним из важнейших секторов в Казахстане из-за холодного климата на большей части страны. Один из способов снижения

доли использования угля в секторе отопления – максимально данный сектор электрифицировать.

Согласно расчетным результатам декарбонизации сектора централизованного теплоснабжения, выбросы парниковых газов снизятся с 16,7 млн т CO₂-экв в 2017 году до 0,3 млн т CO₂-экв в 2050 году (за счет использования в

отоплении природного газа).

Согласно результатам, декарбонизированное теплоснабжение в 2050 году будет состоять из тепла от централизованных и индивидуальных тепловых насосов, а также электрических обогревателей, комбинированных с кондиционированием.

Таблица 2.5 – Производство теплоэнергии по видам топлива, ПДж

	2017	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Уголь	136	117	79	0	0	0	0	0
Природный газ	146	159	185	167	110	54	11	0
Нефтепродукты	19	0	0	0	0	0	0	0
Биотопливо	2	8	5	0	0	0	0	0
Электричество	3	7	8	25	40	58	67	70
Централизованное отопление	149	155	151	146	139	136	152	161
Итого	455	446	429	339	290	248	230	231

В секторе теплоснабжения видно снижение угля, расширение использования природного газа в промежуточный период и увеличение использования электроэнергии.

2.1 f Угольная отрасль

В настоящее время в Казахстане преобладает угольная электроэнергия, на которую в 2017 году приходилось 74,07% от всей электроэнергии.

Декарбонизация электроэнергетики начинается с данного типа энергии. Угольные мощности не могут быть немедленно выведены из эксплуатации, и в ближайшее время необходимо разработать и сформулировать четкую политику по этому вопросу. Есть планы и показатели по газификации

и альтернативной энергетике на среднесрочную и долгосрочную перспективу, однако нет четких планов по доле угля в выработке электроэнергии.

Однако все более и более естественный отказ от угля обсуждается на многих уровнях коммуникационных платформ по всей стране. Это означает отказ от новых угольных мощностей и постепенный отказ от существующих угольных мощностей во всех секторах, начиная с электроэнергетики и теплоэнергетики.

По результатам моделирования для отрасли декарбонизация будет происходить в следующей динамике (см. Рисунок и Таблицу ниже).

Большая часть угля используется в энергетике и ее декарбонизация будет проходить

весь период до 2050 года. Небольшое использование угля в 2050 году останется в промышленности, 5,1 ПДж, и связано оно с использованием кокса в металлургии.

Декарбонизация угля в сельском хозяйстве, домашних хозяйствах и секторе услуг произойдет в течение десятилетия до 2030 года.

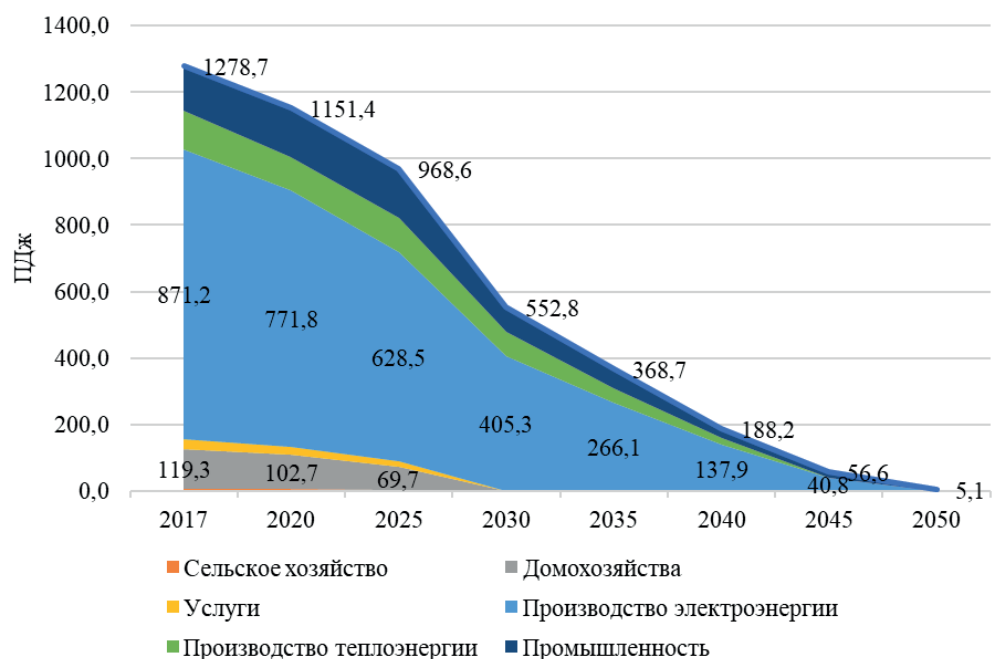


Рисунок 2.5 – Поэтапный отказ от угля по секторам, ПДж

Таблица 2.6 – Поэтапный отказ от угля по секторам, ПДж

	2017	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Конечное потребление угля	1278.7	1151.4	968.6	552.8	368.7	188.2	56.6	5.1
Сельское хозяйство	7.3	5.9	2.7	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Домохозяйства	119.3	102.7	69.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Третичный сектор	30.0	25.5	16.9	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0
Энергия	871.2	771.8	628.5	405.3	266.1	137.9	40.8	0.0
Отопления	117.4	98.1	102.9	73.6	44.2	22.0	0.0	0.0
Промышленность	133.4	147.4	147.8	72.7	58.3	28.2	15.8	5.1

В отраслях, непосредственно связанных с населением, отказ от угля связан с электрификацией энергосервисов.

парниковых газов — это прямые выбросы от ископаемого топлива, сжигаемого во время их эксплуатации.

2.2 Транспорт [50]

Под транспортом в данной работе понимаются транспортные средства, авиация и навигация, а выбросы

Согласно недавнему отчету Международного энергетического агентства (МЭА) «Углеродная нейтральность – 2050: Дорожная карта для глобального энергетического сектора» [8],

мировой транспортный сектор произвел более 7 Гт CO₂ в 2020 году и почти 8,5 Гт в 2019 году до начала пандемии Covid-19. Согласно сценарию декрабонизации из отчета, выбросы CO₂ в транспортном секторе составят немногим более 5,5 Гт в 2030 году и 0,7 Гт в 2050 году, что на 90% ниже уровня 2020 года. Несмотря на это, транспортные средства не обезуглероживаются с равной скоростью из-за особенностей технологии.

В Казахстане, согласно последней инвентаризации, общие выбросы ПГ составили 364,48 МтCO₂экв, что на 2,39% меньше, чем в 1990 году. В том числе выбросы ПГ от транспортного сектора (включая трубопроводный транспорт) составили 26,60 МтCO₂экв, что на 19,19% выше, чем та же категория в 1990 году. Большая часть выбросов пришлась на автомобильный транспорт, причем больше всего выбросов приходится на автомобили.

Таблица 2.7 – Выбросы парниковых газов в транспортном секторе Казахстана, кт CO₂экв.[51]

	2017	2018	2019	2019
	Выбросы парниковых газов (к т CO ₂ -экв)			Share
Общий выброс парниковых газов	371064.1	388019.1	364483.1	100%
Транспорт	23622.8	26127.6	26597.7	7.30%
Внутренняя авиация	986.0	1083.2	1192.6	0.33%
Дорожные перевозки	20221.6	21861.7	22351.8	6.13%
<i>Автомобили</i>	13094.0	14381.2	14345.5	3.94%
<i>Легкие грузовики</i>	2290.4	2397.7	2654.9	0.73%
<i>Тяжелые грузовики и автобусы</i>	4817.7	5062.2	5331.4	1.46%
<i>Мотоциклы</i>	19.5	20.6	20.1	0.01%
Железнодорожный транспорт	1502.7	1611.2	1604.5	0.44%
Внутренняя навигация	8.7	9.9	7.0	0.00%
Другой транспорт	903.7	1561.6	1441.8	0.40%
<i>Трубопроводный</i>	749.2	1383.6	1248.3	0.34%
<i>Другое</i>	154.5	178.0	193.5	0.05%

Основные показатели транспортной статистики представлены в таблице ниже.

Таблица 2.8 – Основные показатели транспортного сектора Казахстана [52]

	Грузоперевозки		Грузооборот		Пассажирские перевозки		Пассажирооборот	
	млн т	%	млрд т км	%	млн пассажиров	%	млн пасс. км	%
	4 222.7	100.0	597.6	100.0	23 835.8	100.0	295 517	100.0
Ж/Д	397.0	9.4	286.7	48.0	22.4	0.1	17 721	6.0
Автомобильным и городским электрическим	3 550.5	84.1	173.5	29.0	23 804.7	99.9	260 909	88.3
Внутренним водным	1.3	0.0	0.01	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0
Трубопроводным	273.0	6.5	136.7	22.9				0.0

	Грузоперевозки		Грузооборот		Пассажирские перевозки		Пассажиروоборот	
	млн т	%	млрд т км	%	млн пассажиров	%	млн пасс. км	%
Морским	0.8	0.020	0.7	0.1	0.1	0.0		0.0
Воздушным	0.027	0.001	0.1	0.0	8.6	0.0	16 886	5.7

Источник: Бюро национальной статистики РК

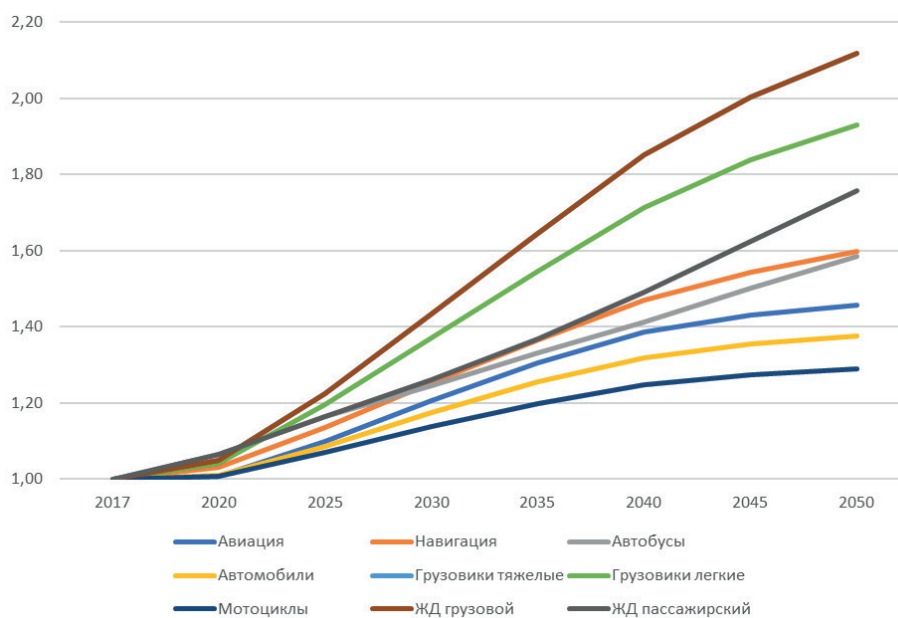


Рисунок 2.6 – Динамика прогнозов спроса по видам транспорта

Декарбонизация транспортного сектора зависит от смены используемого топлива и видов транспорта.

Типы топлива, используемого в транспортном секторе, и его структура показаны ниже. К 2050 году из конструкции исчезнет весь бензин и дизельное топливо.

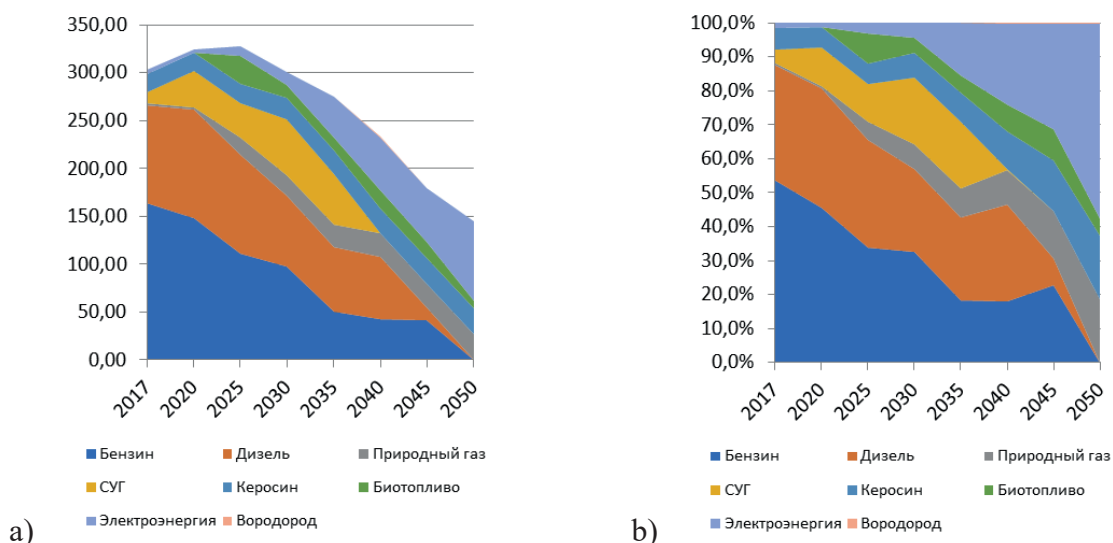


Рисунок 2.7 – Топливо, используемое в транспортном секторе: а) значения в ПДж, б) доли в %

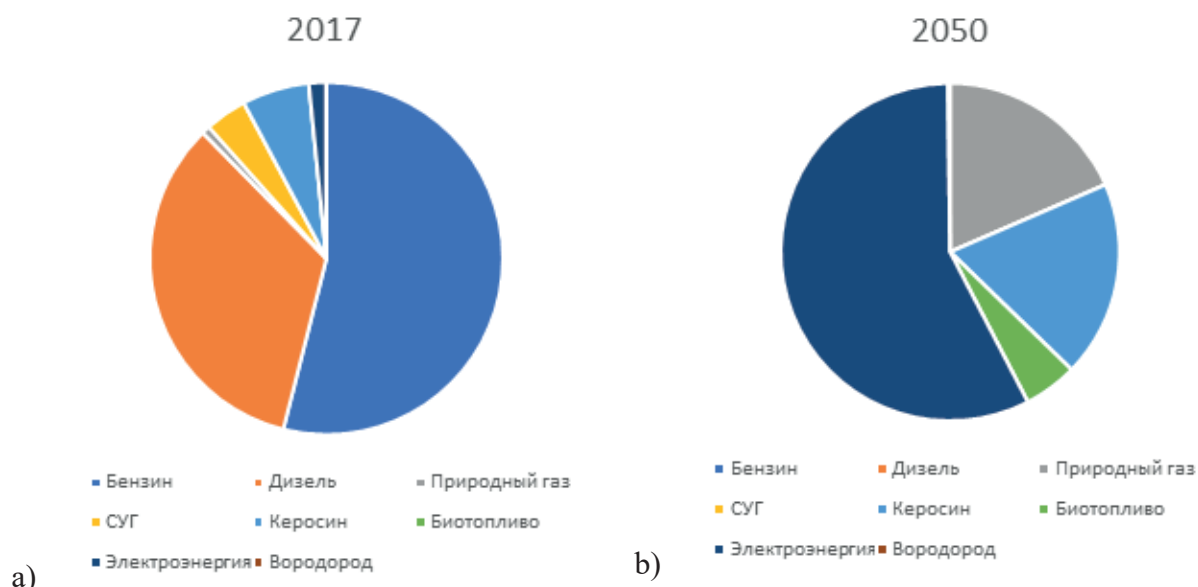


Рисунок 2.8 – Структура топлива, используемого на транспорте: а) 2017 г., б) 2050 г.

Ниже представлена динамика выбросов парниковых газов. Наблюдается снижение с 24,5 млн т CO₂-экв в 2017 году до 3,63 млн т CO₂-экв в 2050 году.

Остаточные выбросы в 2050 году будут связаны с авиацией и тяжелыми грузовиками.

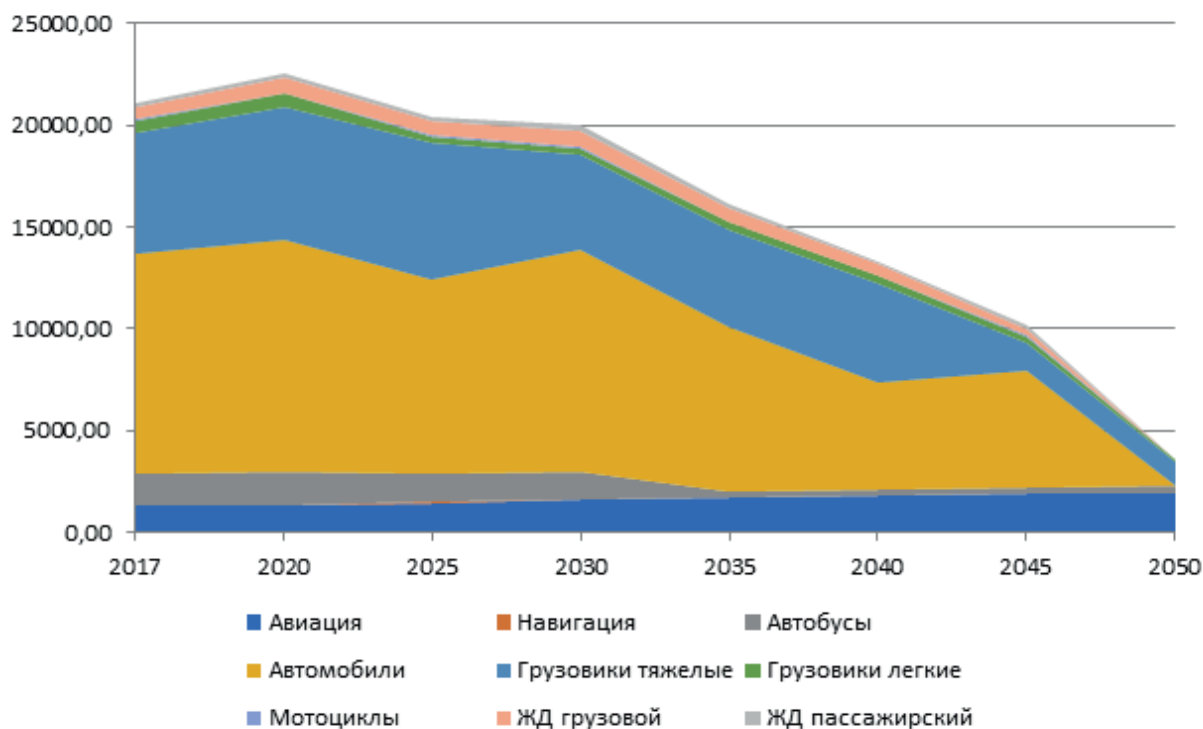


Рисунок 2.9 – Динамика выбросов парниковых газов от транспортного сектора

2.3 Сельское хозяйство [53]

Сельское хозяйство в данной главе включает в себя землепользование, животноводство и управление пастбищами. Эти подсекторы были объединены для простоты анализа и понимания широкой общественностью, хотя в руководстве МГЭИК управление землепользованием и животноводство относят к разным секторам.

В целях понимания текущей ситуации в сельском хозяйстве представлены тенденции выбросов с базового 1990 года. Анализ тенденций выбросов основан на последнем доступном Национальном кадастровом отчете Казахстана [41], который структурирован в соответствии с руководящими указаниями МГЭИК в отношении секторов землепользования, изменений в землепользовании и лесном хозяйстве (ЗИЗЛХ) и сельского хозяйства.

Анализ тенденций помогает понять причины, вызвавшие основные выбросы в секторе, и указывает направление политики по снижению выбросов парниковых газов. Анализ тенденций выбросов парниковых газов смягчает воздействие на животноводство, пахотные земли и лесное хозяйство. Ключевые проблемы и возможности обсуждаются во второй половине этой главы.

2.3 а Анализ тенденций выбросов парниковых газов

Анализ тенденций основан на отчете о национальной инвентаризации парниковых газов Казахстана. Показаны выбросы, вызванные животноводством и минерализацией диоксида азота в обработанной почве (Рисунок 4.1).

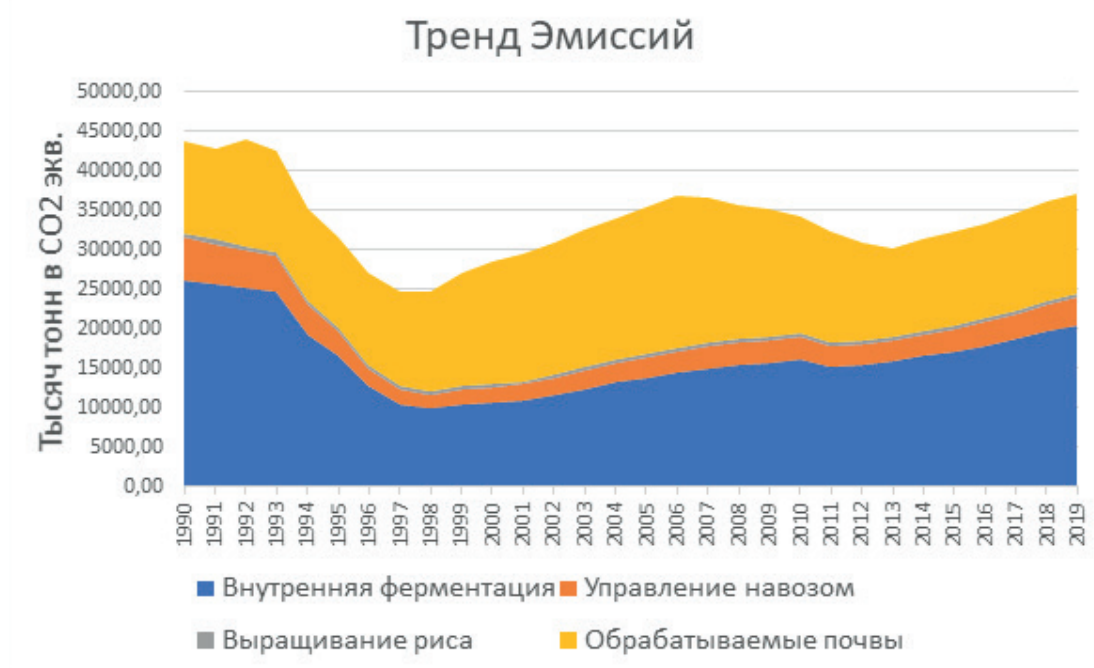


Рисунок 2.10 – Тенденции выбросов от животноводства и минерализации почв

Тенденция выбросов на рисунке выше в основном определяется поголовьем крупного рогатого скота. В Казахстане маловероятно сократить потребление мяса в будущем, так как мясо составляет важную часть рациона среднестатистического жителя республики. Однако можно

предположить, что уровень выбросов, представленный на рисунке выше, выровняется и составит около 45 миллионов тонн ежегодно. Выбросы, произведенные в результате минерализации почвы, и выбросы от выращивания риса фиксируются с 1990 года.

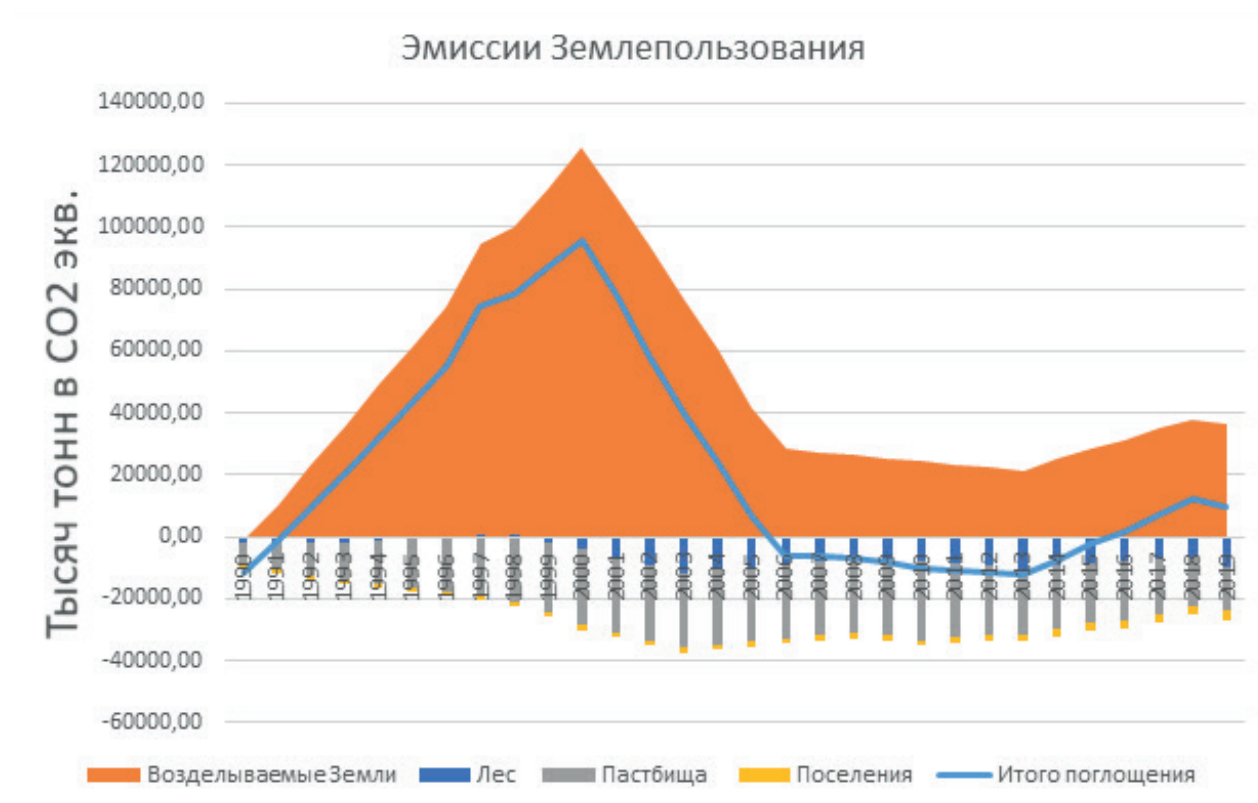


Рисунок 2.11 Тенденции выбросов в землепользовании, изменениях в землепользовании и лесном хозяйстве (ЗИЗЛХ)

В целом ЗИЗЛХ был поглотителем углерода в 1990 году, но в 2019 году стал источником выбросов парниковых газов. Основные изменения произошли в управлении пахотными землями. Другие категории земель не производят, а наоборот поглощают выбросы парниковых газов. Выбросы из населенных пунктов и водно-болотных угодий можно считать фиксированными на основе исторической тенденции выбросов [41]. Естественные пастбища и леса увеличили поглощение углерода с уровня 1990 года.

2.3 b Управление пахотными землями

Как видно из рисунка выше, выбросы парниковых газов с пахотных земель достигали нулевой отметки в 1990 году, и с того времени резко возрастают, в 2019 году достигли отметки в более 35 миллионов тонн CO₂, что составляет около 10% от общих выбросов парниковых газов во всем Казахстане. Уменьшение количества гумуса вызвано отсутствием удобрений, севооборота и других необходимых

сельскохозяйственных мероприятий во время растениеводства. Сегодня уровень гумуса в пахотных землях снижается со скоростью около 1% в год [41].

Решением проблемы сокращения гумуса может быть введение налога на углерод в сельском хозяйстве, который будет связан с уровнем гумуса в почве пахотных земель. Несмотря на то, что уровень гумуса измеряется только один раз в несколько лет, тем не менее, можно обложить налогом фермеров в соответствии с уровнем сокращения гумуса на их полях. Эта политика налогообложения углерода в сельском хозяйстве не требует каких-либо значительных инвестиций со стороны правительства, но дает фермерам четкий сигнал для эффективного и устойчивого использования почвы. Поддержание уровня гумуса целесообразно с точки зрения сокращения выбросов парниковых газов, а также с экономической точки зрения, поскольку уровень гумуса напрямую влияет на продуктивность почвы. Например, если за 10 лет уровень гумуса снизится на 10%, то урожайность пшеницы может упасть с 1 га на 10%. Последний измеренный уровень гумуса может быть зафиксирован на уровне 100%, а дальнейшее изменение этого уровня может облагаться налогом в соответствии с процентом снижения содержания гумуса. Деньги от налога на выбросы углерода могут быть возвращены сельскому хозяйству в качестве субсидий на удобрения.

Политика углеродного налога может быть реализована в ближайшие 5 лет, потому что для этого потребуется только усовершенствование законодательства. Конечно, законодательство должно учитывать валидацию и подтверждение измерений гумуса. Углеродный налог

может быть установлен в размере от 1000 тенге (2 \$) за 1% снижения содержания на 1 га в год. Налоговая стоимость может затем адаптироваться в зависимости от эффективности первоначальной налоговой стоимости.

2.3 с Лесной сектор

На огромных территориях Казахстана можно высаживать лес для того, чтобы соблюсти баланс углерода. Для этих целей могут быть использованы большие площади заповедников и частично сельскохозяйственные угодья.

В Казахстане созданы уникальные условия в связи с наличием больших и свободных от сельского хозяйства территорий. Общая территория Казахстана составляет 272 миллиона гектаров, из которых около 100 миллионов — это так называемые резервные земли или земли запаса. Согласно определению в Земельном кодексе: «Земли запаса — это все земли, не предоставленные в собственность или землепользование, находящиеся в ведении районных исполнительных органов».

Основные площади земель запаса были сформированы в ходе земельной реформы в связи с реформой крупных государственных сельскохозяйственных предприятий. За этот период резервная земельная площадь увеличилась с 19,0 млн га в 1991 г. до 125,6 млн га — в 2005 г., когда она достигла своего максимального значения. При этом в земли запаса были переданы значительные площади не только низкопродуктивных пастбищ, расположенных в пустынных и полупустынных зонах, но и более плодородных земель в развитых сельскохозяйственных регионах республики. В структуре земель запаса преобладают бывшие земли сельскохозяйственного назначения — 78,3 млн га (81,9%), в

том числе 51,7 тыс га пашни, 2,011,3 тыс га залежей, 2146,0 тыс га сенокосов и 74,119,9 тыс га. пастбищ. Другими словами, из 95 миллионов гектаров резервных земель 78 миллионов были бывшими пастбищами. Остальное можно считать полупустынями и пустынями. Таким образом, около 78 миллионов гектаров потенциально могут быть использованы для выращивания леса. Кроме того, сельскохозяйственные земли, которые не используются фермерами должным образом, могут быть возвращены государству, а затем также использованы для выращивания леса [42].

Облесение 1 га равнинной земли и поглощение выбросов парниковых газов моделировались с использованием модели CBM-CFS3, полностью адаптированной к условиям Казахстана. Развитие данной модели для Казахстана было поддержано ПРООН в Казахстане. Результатом проделанной работы стала база данных, которая наилучшим образом описывает климатические условия, почву, кривые роста пород деревьев в лесах Казахстана на основе имеющихся данных [41].

Для оценки потенциала лесонасаждений выращивание соснового леса было смоделировано на CBM-CFS3. Была выбрана сосна по причине того, что это одна из самых распространенных древесных пород наряду с березой, елью и пихтой. Модель показывает различные параметры, начиная с поглощения CO₂ и заканчивая доступной коммерческой древесиной через 50 лет.

В соответствии с моделью CBM-CFS3 вновь посаженный сосновый бор будет поглощать в среднем около 7 тонн CO₂ в год с даты посадки и в течение следующих 50 лет. Следовательно, плантации сосны или аналогичных пород деревьев площадью 80 миллионов гектаров будут поглощать около 560 миллионов тонн CO₂ ежегодно. Чтобы поддерживать такой уровень поглощения парниковых газов, древесные породы не должны быть кустарниковыми, как саксаул, который очень распространен в Южном Казахстане. Породы деревьев должны быть из основных лесных пород, таких как сосна.

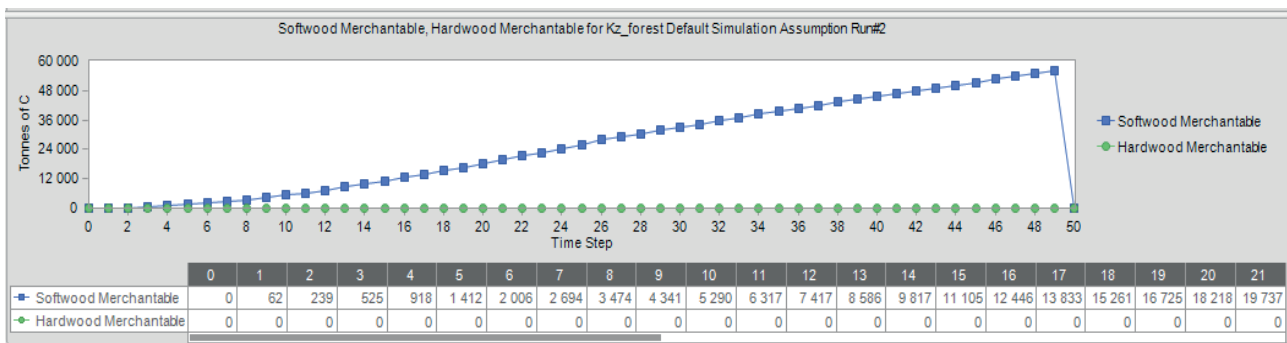


Рисунок 2.12 – Коммерческая древесина, тонн углерода на 1 гектар леса

Сегодня, если будет выращиваться лес, то согласно конституции Республики Казахстан, он будет принадлежать государству. Согласно пункту 3 статьи 6 Конституции Республики Казахстан «земля и ее недра, вода, растительный и животный мир, другие природные ресурсы находятся в государственной собственности. Земля также может находиться в частной собственности на основаниях, условиях и в пределах лимитов, установленные законом». Таким образом, согласно букве закона, леса, выращенные в рамках коммерческих проектов, будут считаться государственной собственностью, хотя Лесной кодекс признает обе формы собственности на лес, а именно государственные и частные лесные фонды. Отсюда, в Казахстане в частной собственности находится всего 500 гектаров леса. Необходимо внести поправки в законодательство для того, чтобы позволить арендаторам, находящимся в долгосрочной аренде с целью выращивания леса, заготавливать деловую древесину и получать все другие коммерческие выгоды в соответствии со стандартами, которые будут установлены для коммерческого лесоводства. Кроме того, правительство может улучшить законодательство, чтобы позволить

национальным и международным компаниям инвестировать в снижение выбросов парниковых газов посредством лесонасаждений. Земли запаса для этих целей могут быть переданы в долгосрочную аренду путем проведения аукционов.

Примерно через 30 лет лес будет производить около 30 тонн углерода или 100 м³ деловой древесины. (Рисунок 2.12). Если текущая цена вырастет в соответствии с уровнем инфляции 5%, то средняя цена за кубический метр по истечении 30 лет составит около 400 долларов. В результате потенциальная выручка с 1 га может составить 40 000 \$. За 30 лет первоначальные вложения вырастут в 4 раза при той же ставке банка в 5%. В результате стоимость плантации на 1 гектар и содержание ее должно быть менее $40\ 000/4 = 10\ 000$ \$, чтобы быть экономически целесообразным. По некоторым оценкам, стоимость 1 гектара лесных плантаций составляет около 2500 долларов.

Дополнительные преимущества лесных плантаций включают в себя улучшение климата, биоразнообразия, продуктивности почвы и сокращение процессов опустынивания.

3. Передача технологии

Ниже приведен список технологий, которые могут быть применены и переданы Казахстану для снижения выбросов парниковых газов. Важно отметить, что правительство Казахстана не должно прямо или косвенно вкладывать деньги в эти проекты. Причина тому – крайне неэффективное расходование денежных средств правительством Казахстана на проекты по снижению выбросов парниковых газов и охране окружающей среды. Например, 6 заводов по сжиганию мусора, законтрактованные правительством летом 2021 года, будут стоить примерно 350 миллионов долларов США в год, в то время как стоимость 1 CO₂ составит около 650 долларов за тонну. Другой пример – инвестиции государства в завод по производству солнечных

батареи через национальную компанию «Казатомпром». Завод по производству солнечных панелей проработал два года и обанкротился. В один из них «Kazakhstan Solar Silicon» было инвестировано более 100 миллионов долларов США [54]. Аналогичные вложения были и в другие заводы. В 2021 году две из трех солнечных электростанций были проданы по цене менее 1 миллиона долларов каждая [55].

Правительство должно только создать условия и поощрять бизнес и частные домохозяйства внедрять эти технологии из экономических побуждений. Например, правительство может ввести углеродный налог на выбросы парниковых газов или снизить налог для углеродно-нейтральных предприятий.

3.1 Возобновляемые источники энергии в домашних хозяйствах [56]

3.1 а Роль домашних хозяйств в обществе с нулевыми выбросами

Для достижения нулевых выбросов парниковых газов требуется почти полная декарбонизация в большинстве секторов. Активное участие домашних хозяйств в сокращении выбросов углекислого газа будет иметь жизненно важное значение для достижения этой цели:

- **Отопление.** Почти все домашнее отопление должно быть низкоуглеродным. Это повлечет за собой изменения в способах отопления домов: – низкоуглеродные системы отопления заменят газовые котлы, используемые сегодня в большинстве домов. Могут использоваться тепловые насосы, тепловые сети и водородные котлы.

Решения будут зависеть от факторов, включая местоположение (например, в городских и, следовательно, плотно нагретых районах, централизованное отопление может быть хорошим решением) и тип дома (например, в домах с ограниченными решениями предпочтительнее «умное» электрическое отопление, которое занимает меньше места, чем тепловые насосы). – Улучшение конструкции дома (например, изоляция, защита от сквозняков, новые окна) может снизить скорость потери тепла из здания, тем самым уменьшая количество энергии, необходимое для поддержания комфортной температуры. Усовершенствования можно сочетать с

другими улучшениями дома, а экономия энергии может перевесить затраты.

• **Электричество.** Выбросы электроэнергии в домах также должны быть очень низкими. Многие из изменений, направленных на дальнейшее сокращение выбросов электроэнергии, произойдут со стороны предложения (например, более широкое использование морских ветроэнергетических установок), но домашние хозяйства могут принять меры, установив возобновляемые технологии (например, солнечные фотоэлектрические системы). Также важную роль играет обеспечение потребления электрическими автомобилями и / или тепловыми насосами разумного количества электроэнергии в соответствии с потребностями сети – с помощью умных систем в доме и в сети можно автоматизировать на основе ценовых сигналов, определяемых поставками и спросом.

• **Четкая траектория стандартов,** охватывающих заблаговременно объявленные жилые, социальные и частные дома и нежилые здания. Сюда входят стандарты энергоэффективности, подробные планы по прекращению использования высокоуглеродных систем отопления на ископаемом топливе и повышение эффективности существующих систем отопления. Энергоэффективность является ключевым предшественником низкоуглеродного тепла и дает наибольшие преимущества при ранней эксплуатации.

Повышение энергоэффективности за счет замены приборов, освещения и бойлеров в конце их срока службы на новейшие эквивалентные модели.

3.1 b Оптимизация энергоэффективности зданий

В целом, на здания приходится значительная часть общего потребления энергии. Некоторые стартапы предлагают инструменты аудита энергоэффективности для существующих зданий. Однако большинство из них сосредоточено на оптимизации энергоэффективности новых зданий. Технология BIM (информационное моделирование зданий) все чаще используется в строительной отрасли. Она обеспечивает доступ к данным, информации и инструментам для планирования и проектирования зданий. Эти инструменты помогают строителям оптимизировать энергоэффективность зданий, к примеру, они могут:

- определить лучшее расположение относительно солнца, чтобы извлечь выгоду из естественного света
- выбрать самые лучшие материалы для изоляции
- выбрать оптимальную внутреннюю планировку помещения для наилучшей вентиляции...

3.1 c Использование потенциала возобновляемых источников энергии

Одним из решений является производство возобновляемой энергии (геотермальной, ветровой, солнечной) внутри самих зданий. Солнечные панели могут быть встроены в крышу или фасады. Интеграция происходит либо во время строительства, либо позже, чтобы сделать уже существующее здание более «экологичным». Панели производят чистую энергию как можно ближе к месту потребления и ограничивают транспортные потери.

3.1 d Энергосберегающие системы

Наконец, в зданиях должно быть установлено более энергоэффективное оборудование и устройства, особенно для отопления. Конденсационные котлы собирают газы от сжигания природного газа. Они охлаждают дым до образования пара и конденсируют его для выработки тепловой энергии. Эти котлы потребляют на 12-20% меньше энергии, чем обычные системы, работающие на жидком топливе.

Электрооборудование также должно быть более эффективным, поскольку на освещение и бытовые приборы приходится 15% потребления энергии в жилом секторе. Энергосберегающие лампы (люминесцентные или светодиодные) потребляют на 50% меньше энергии, чем лампы накаливания. Что касается бытовых приборов, энергетические маркировки помогают потребителям определить наиболее энергоэффективные приборы.

3.2 Мониторинг и регулировка энергопотребления с помощью умных систем [57]

Стартапы предлагают людям инструменты, позволяющие легко контролировать потребление и придерживаться более экологичного поведения. Помимо контроля энергопотребления, существуют решения, позволяющие обеспечить оптимальный контроль.

предотвращает застревание частиц жира и сажи в теплообменнике. Восстановленная энергия затем может быть использована для процессов нагрева и охлаждения.

3.2 a Использование отработанного тепла

Французский стартап Carnot Computing разработал первый компьютерный обогреватель. Его решение состоит из встроенных микропроцессоров, которые удаленно выполняют вычисления через Интернет для банков, промышленных игроков, студий 3D-анимации т.д. Тепло, выделяемое в результате этих вычислений, затем используется для обогрева здания. Это решение значительно снижает вычислительный углеродный след, обеспечивая бесплатное и экологически чистое отопление.

3.2 b Системы управления экономят энергию [58]

Производители по всему миру внедряют множество инновационных технологий, новых бизнес-процессов и методов управления для повышения энергоэффективности. Один из подходов предполагает использование возможностей систем управления для оптимизации использования энергии.

Шведский стартап Enjaу, напротив, создал теплообменник для вентиляции ресторанов и пищевых предприятий Lepido. Его решение защищено двумя эксклюзивными патентами и

Обновление или установка систем управления для автоматизации оборудования в существующем процессе является высокоэффективным методом экономии энергии без необходимости в дополнительных ресурсах. Системы управления контролируют оборудование для получения и автоматического сбора информации из внешних и внутренних наборов данных. Они анализируют, где можно внести изменения, чтобы сделать выполнение операций более быстрым и эффективным.

Автоматизированный мониторинг энергопотребления и информационные технологии помогают производителям оценить стоимость промышленных затрат, таких как энергия. Средства управления и автоматизация позволяют менеджерам составлять диаграммы использования и потока энергии с помощью методов компьютерного моделирования. Они также собирают актуальную и самую последнюю статистику об энергетической активности путем автоматического мониторинга и

3.3 Очистка сточных вод [59]

Качество пресной воды и ее снабжение, особенно для бытовых и промышленных целей, ухудшаются из-за угрозы загрязнения водных ресурсов. Для очистки воды до желаемого качества было применено множество технологий в установках традиционной очистки сточных вод (ОСВ). Однако разработка и выбор подходящей рентабельной схемы очистки водосборного бассейна имеют большое значение и имеют множество факторов, которые необходимо учитывать, включая доступность земли, энергию, качество сточных вод и простоту эксплуатации. Три новых технологии, включая анаэробное разложение, усовершенствованные процессы окисления и мембранную технологию, открывают большие перспективы для обеспечения интеграционных альтернатив для разнообразных процессов очистки сточных вод и систем распределения для уменьшения загрязнения и соответствия приемлемым ограничениям.

3.3 а Процесс анаэробного разложения (АР)

В данном процессе большая часть органического вещества (клеток)

измерения с помощью технологических платформ баз данных. Команды управления могут отслеживать всплески энергии, часы пик, использование в выходные, потраченные впустую часы и многое другое. Устанавливая энергетический базовый уровень, по которому можно измерить улучшения, системы сигнализируют о необходимости исследовать недостатки в работе машины на основе параметров, которые установлены для определения «нормальных» результатов.

расщепляется на диоксид углерода (CO_2) и метан (CH_4), и это достигается в условиях отсутствия кислорода. Около половины этого количества затем превращается в газы, а остальная часть сушится и становится остаточным материалом, похожим на почву.

Технология АР получила широкое признание в последние несколько десятилетий благодаря применению отдельно настроенных высокоскоростных процессов очистки промышленных сточных вод. В установках очистки сточных вод процесс АР в определенных случаях использовался по всему миру для биоремедиации и производства биогаза.

Биогаз, широко известный и распространенный возобновляемый источник энергии, производится с помощью процесса АР, и состоит из CH_4 и CO_2 . В качестве альтернативного источника энергии процесс АР производит биогаз, использующийся в качестве топлива в двигателях комбинированного производства тепла и энергии. Также быстро стало применяться анаэробное совместное разложение, при котором два или более

различных сырья перевариваются вместе в анаэробных биоперерабатывающих установках с основной целью повышения выхода биогаза. К другим преимуществам, обеспечиваемым анаэробными системами, относятся более низкие потребности в энергии, более безопасный и удобный способ преобразования «отходов» в полезные продукты, связанные с урбанизацией, использование в качестве инструмента прогнозирования для достижения цели ООН в области устойчивого развития по достижению глобальных стандартов, наличие отличных питательных веществ, восстановление и высокая эффективность удаления органических веществ. К недостаткам можно отнести более длительное время гидравлической выдержки (2–4 месяца) и требования к высокой щелочности. Аэробная система обладает такими достоинствами, как высокая эффективность удаления органических веществ, отличное качество сточных вод и более короткое время запуска (2–4 недели). К недостаткам относятся более длительное время гидравлического удерживания, требования к предварительной обработке для делигнификации лигноцеллюлозной биомассы, накопление запаха в биореакторах, затраты, связанные с повышением содержания CO₂, отсутствие регенерации питательных веществ и высокая потребность в энергии. Он обладает такими преимуществами, как меньшее потребление энергии, низкий расход химикатов, низкое образование осадка, его огромный потенциал для восстановления ресурсов, простота эксплуатации и потребность в меньшем количестве оборудования. Некоторыми преимуществами метода биологической очистки перед другими методами обработки, такими как термическое и химическое окисление, являются

требуемые капитальные вложения и затраты на эксплуатацию процессов.

3.3 b Усовершенствованный процесс окисления

По сути, есть две стадии, которые обычно используются в установках очистки сточных вод путем прохождения стадий предварительной очистки, включающую механические и физико-химические системы для уменьшения неоднородных компонентов сточных вод с последующим процессом расширенной очистки. Физико-химический процесс увеличивает эффективность усовершенствованной обработки за счет агломерации защитных сред в больший размер для облегчения фильтрации или удаления. Тем не менее, деградация возникающих устойчивых компонентов с помощью мембраны и биоремедиации в процессах усовершенствованной обработки свидетельствует о том, что это сложный процесс. Таким образом, при решении этой проблемы усовершенствованный процесс окисления привлек большое внимание из-за его способности разлагать широкий спектр органических микрозагрязнителей. Этот процесс включает образование сильнодействующих гидроксильных радикалов ($E_0 = 2,8$ эВ) с помощью энергии фотонов и без дополнительной химической обработки. Примерами являются химическое окисление (O₃, реагенты Фентона), фотохимическое окисление (ультрафиолетовое УФ/O₃, УФ/H₂O₂), гетерогенный фотокатализ (УФ/TiO₂), электролиз и сонолиз. В этих технологиях используется УФ-А с длинными волнами 315–400 нм и УФ-С с коротковолновым излучением 100–280 нм для разложения большинства загрязнителей окружающей среды. Как правило, процессы УФ/O₃ и УФ/H₂O₂ потребляют большое

количество окислителя, что делает их неэкономичными в эксплуатации. С другой стороны, опасность, связанная с тем, что озон является нестабильным газом, ограничивает его применение и обычно сочетается с устройством, контактирующим с озоном и водой, для преобразования озона в его жидкую фазу, что увеличивает стоимость производства. Однако значительные рабочие условия, связанные с температурой и давлением окружающей среды, а также использование недорогого и химически стабильного катализатора (TiO_2) преимущественно привлекательны для полной минерализации загрязняющих веществ и побочных продуктов. Это делает методы гетерогенного фотокатализа преимуществом перед другими процессами окисления. Другие преимущества включают отсутствие образования осадка, быструю скорость реакции, низкую стоимость и хорошую работу при температуре и давлении окружающей среды.

3.3 Мембранная технология

Мембраны в качестве тонкослойного барьера для разделения по размеру обычно интегрируются с системами химической и биологической очистки или автономными системами вторичной очистки сточных вод. В типичном мембранном механизме обычно присутствует движущая сила, такая как полупроницаемый барьер, который регулирует скорость движения компонентов за счет фракционного проникновения и отторжения через

поры разных размеров. Проникновение и селективное отторжение являются функцией размера пор мембраны и химического средства, что помогает получить поток продукта, лишённого целевых компонентов. Из-за относительно низких энергозатрат и эффективности очистки сточных вод мембранная технология значительно улучшилась за счет разработки новых материалов и конфигураций для промышленного применения. Некоторые из этих применений включают микробные топливные элементы, удаление органических и неорганических компонентов, дезинфекцию, удаление патогенов и опреснение.

Обычно основной движущей силой избирательной фильтрации является потенциальный градиент переменных, таких как гидростатическое давление, электрическое напряжение, температура, концентрация или комбинация этих движущих сил. Эти переменные, включая вид (природный и синтетический) и структуру (пористую или непористую, гетерогенную или гомогенную), были использованы при классификации мембран. Однако большинство коммерчески доступных и используемых в промышленности мембран являются мембранами, управляемыми давлением и энергией (электродиализ и реверсирование электродиализа). К типам, управляемым давлением, относятся микрофильтрация (MF), ультрафильтрация (UF), обратный осмос (RO) и нанофильтрация (NF).

3.4 Производство удобрений из осадка сточных вод [60]

Большое внимание уделяется осадку сточных вод из-за его возрастающего количества и проблем с его удалением. В эпоху дорогих источников энергии и истощения запасов природного сырья необходимо найти способы повторного использования и переработки отходов. Осадок сточных вод имеет высокий потенциал удобрения, он известен как богатый источник питательных веществ. Кроме того, он содержит большое количество органических элементов, которые могут способствовать биодоступности макро- и микроэлементов и улучшить структуру почвы.

С другой стороны, неочищенный осадок сточных вод содержит высокую концентрацию тяжелых металлов и патогенных микроорганизмов. Различные щелочные соединения (известь, обжиговая пыль, гидроксид калия, гидроксид натрия) или кислоты (серная кислота, фосфорная кислота или ее смесь) обычно используются в процессе производства удобрений для дезинфекции и дезодорирования осадка сточных вод. Технология производства органо-минеральных удобрений из осадка сточных вод часто включает добавление минеральных удобрений или других отходов (гипса, цементной пыли, известковой пыли, отработанной фосфорной кислоты) в качестве источников N, P, K, Ca, Mg и т.д. Это позволяет получать сбалансированные удобрения с оптимальным соотношением N: P: K. Базальтовый детрит и угольные отходы могут быть добавлены в отстой сточных вод для адсорбции тяжелых металлов и преобразования их в труднорастворимые

соединения. После стерилизации и модификации состава продукта обычно происходит гранулирование и сушка. Гранулированные удобрения легко распространять, транспортировать и хранить.

Органо-минеральные удобрения можно производить путем смешивания осадка сточных вод с добавками в мельнице, плуговой мешалке или других мощных смесителях, а также путем покрытия гранулированного осадка сточных вод расплавленной мочевиной. В результате получают органо-минеральные удобрения NPK постепенного высвобождения. Физические характеристики продукта позволяют использовать стандартное оборудование для внесения в почву.

Органо-минеральные удобрения дают такую же степень урожайности, как и обычные удобрения. Внесение таких удобрений в почву увеличивает содержание органических веществ в почве и минерального азота почвы, но не оказывает значительного влияния на содержание тяжелых металлов в почве.

Биологические твердые вещества, используемые для производства удобрений, могут снизить затраты на удаление осадка сточных вод и использование минеральных удобрений. Это шаг к политике циркулярной экономики, ориентированной на экологически чистое и ресурсоэффективное общество путем повторного использования и переработки материалов и создания замкнутой системы.

4. Другие элементы

4.1 Управление отходами

4.1 а Описание текущего состояния системы управления отходами в Казахстане

Как и во многих развивающихся странах, утилизация твердых бытовых отходов (ТБО) в Казахстане по-прежнему в основном заканчивается вывозом мусора на полигон. Основной причиной является наличие открытого пространства и относительно низкой стоимостью захоронения ТБО по сравнению с другими методами очистки [1]. По данным за 2019 год, стоимость захоронения ТБО, включая сепарацию и захоронение на полигоне ТБО, оценивается в 5,4 евро/т в городе Нур-Султан, тогда как в других городах ожидается, что эта стоимость будет ниже [2]. Низкая стоимость утилизации объясняется относительно низкими тарифами, которые платит население, а нормы (тарифы) на сбор ТБО контролируются местными муниципалитетами.

Примерно 94-97% ТБО размещается на разрешенных полигонах и неконтролируемых свалках без дальнейшей переработки [3-5] (Инглезакис и др., 2018, Скрыган и др., 2018, Концепция зеленой экономики 2050). Эти показатели утилизации ТБО можно сравнить с показателями таких стран Восточной Европы, как Польша и Российская Федерация, где степень переработки отходов составляет 90% и 95% соответственно. За пределами крупных городов только четверть населения имеет доступ к услугам по сбору ТБО. В 2015 году было всего 4284 мусорных полигона, включая мусорные свалки, и только 459 из

них соответствовали необходимым требованиям [3, 6]. В 2017 году в общей сложности действовало 546 коммунальных предприятий, из которых 55 были государственными и 488 частными [7]. Годовое производство ТБО колеблется в пределах 4-5 млн тонн, и ожидается, что к 2030 году эта величина достигнет 7 млн тонн [8-9]. Если нынешний уровень производства ТБО сохранится, ожидается, что все свалки в стране будут насыщены в течение следующих десятилетий. В результате в ближайшее время потребуются строительство новых региональных санитарных полигонов, в то время как сбор газа должен быть облегчен на существующих свалках для уменьшения выбросов парниковых газов. В настоящее время секция переработки отходов привлекла частные инвестиции, и существует более 130 малых и средних предприятий, занимающихся сортировкой и переработкой более 20 видов материалов [7]. Имеются многообещающие попытки государственно-частного сотрудничества, такие как фирма «Радуга», занимающаяся переработкой бытовой продукции из переработанных полимеров в Северном Казахстане, фабрика нетканых материалов в Костанайской области, «Hill Corporation» в Шымкенте и завод по переработке мусора «KazRecycleService» в Нур-Султане. Более высокий уровень утилизации ТБО наблюдался в городе Нур-Султан, достигнув 13% в 2018 году. Однако, по последним данным, средний уровень утилизации ТБО в стране увеличился до 18,3% [10]. Еще один проект по переработке отходов

планируется запустить в городе Семей в сотрудничестве с греческой компанией, которая планирует увеличить долю перерабатываемых отходов до 30% [62]. Также в городе Нур-Султан был реализован пилотный проект по раздельному сбору влажных и сухих твердых отходов, поэтому возле жилых домов были частично размещены специальные мусорные контейнеры желтого и зеленого цвета. В соответствии с новой концепцией зеленой экономики, страна поставила перед собой цель увеличить уровень утилизации твердых бытовых отходов до 40% к 2030 году и до 50% к 2050 году. При этом к 2030 году 100% санитарная утилизация ТБО должна достигнуть 95%. Это означает, что все относительно новые свалки необходимо будет модернизировать, а запланированные свалки должны быть построены на основе лучших природоохранных практик. Для достижения этой цели Министерство окружающей среды совместно с природоохранными агентствами разработало концепцию строительства 6 заводов по переработке отходов в энергию в крупнейших городах страны, таких как Актобе, Алматы, Усть-Каменогорск, Нур-Султан, Караганда и Шымкент. Сообщается, что переработка отходов в энергию поможет увеличить коэффициент переработки ТБО до 30% к 2025 году.

Согласно отчету Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), сточные воды являются вторым крупным источником выбросов парниковых газов (CH₄ и N₂O) после свалок ТБО [11]. Сообщается также о более низких уровнях модернизации очистных сооружений. По данным

Министерства экологии, геологии и природных ресурсов, в стране 180 очистных сооружений, из которых 71 расположены в городах, а остальные 109 – в промышленных зонах [12]. Большинство очистных сооружений в Казахстане используют методы механической и биологической очистки с последующей доочисткой с фильтрацией через песок и УФ-дезинфекцией. В процессе очистки образуются большие количества обезвоженного и нестабилизированного осадка сточных вод, которые по рельсам транспортируются на свалки [13]. В целом, например, в 2016 году было очищено 583 миллиона тонн сточных вод, в результате чего в городах Казахстана образовалось 52 миллиона тонн осадка сточных вод. Только в столице Нур-Султане ежедневно образуется от 250 до 300 тонн осадка сточных вод с влажностью более 70%. Ввиду постоянно растущего числа жителей города в ближайшем будущем потребуются новые очистные сооружения. В результате это приведет к дальнейшему увеличению образования отходов ила сточных вод и выбросов парниковых газов. Единственный устойчивый проект по очистке осадка сточных вод был запущен на очистных сооружениях города Шымкент (Южно-Казахстанская область) в 2017 году; тем не менее, эксплуатационные данные по этому проекту отсутствуют. В основном, образующиеся отходы осадка сточных вод в Казахстане в настоящее время хранятся на открытых сушильных площадках для ила, а затем размещаются на санитарных свалках [13]. В таблице 5.1 представлено возможное сокращение выбросов парниковых газов от свалок осадка сточных вод в случае имплементации метода термической обработки [12].

Таблица 4.1 – Возможное сокращение выбросов ПГ со свалок осадка сточных вод, 2016 г. (взято из инвентаризации выбросов ПГ, МГЭИК, 2006 г.) [12]

Город	Выбросы CH ₄ из отложений ила (кТ СО ₂ -экв)	Выбросы от сжигания CH ₄ (кТ СО ₂ -экв)	Возможное сокращение выбросов парниковых газов (кТ СО ₂ -экв)
Актобе	13.95	1.45	12.5
Алматы	59.73	6.20	53.5
Усть-Каменогорск	10.97	1.14	9.9
Тараз	11.95	1.24	10.7
Уральск	7.90	0.82	7.1
Караганда	16.74	1.74	15.0
Костанай	8.00	0.83	7.2
Актау	6.12	0.64	5.5
Петропавловск	7.25	0.75	6.5
Шымкент	33.41	3.47	29.9
Нур-Султан	34.49	3.58	30.9
Итого	211	22	189

4.1 в Состав твердых бытовых отходов, образующихся в Казахстане, на основе тематического исследования, проведенного в городе Нур-Султан

Столица Нур-Султан пережила типичный случай скачка развития из-за роста населения и экономического прогресса. За период с 1998 по 2019 год население города увеличилось с 327 000 до более 1 078 000 [15]. Такой экспоненциальный рост населения города усложнил работу с существующей системой управления отходами. Ежедневно в столице образуется примерно 1300-1400 тонн ТБО, что дает около 1,47 кг ТБО на душу населения в день. В течение последних двух десятилетий были сделаны инвестиции в управление отходами путем строительства двух ячеек на полигоне ТБО. Первая ячейка ТБО в городе Нур-Султан действовала с 2006 по 2018 год и приняла более 4 млн тонн ТБО (при проектной мощности 3,2 млн тонн). Новая ячейка ТБО начала принимать объемы ТБО с 2019 года, однако без значительных улучшений в отношении

степени переработки, отдельного сбора услуг и экологической осведомленности граждан об обращении с отходами ожидается, что эта новая ячейка будет заполнена в 2025 году. В течение 2017-2019 гг. в Назарбаев Университете был реализован исследовательский проект по оценке альтернативного топлива из твердых бытовых отходов. В рамках проекта было проведено несколько городских кампаний по отбору проб ТБО на полигоне ТБО в городе Нур-Султан. Была проведена процедура отбора проб, которая представляет собой типичную установку механической и биологической сортировки ТБО. В соответствии со стандартом ASTM D5231-92 для отбора проб ТБО применялась двухэтапная процедура отбора проб, как показано на Рисунке 1. Большие куски отходов, включая вторсырье, были отделены во время первой стадии сортировки, которая включала бумагу (картон, бумага, тетрапак), пластик (HDPE LDPE, PET, другие пластмассы), металлы (черные и цветные), стекло, дерево, текстиль и кожа, отходы

электрического и электронного оборудования (WEEE), отходы строительного производства (CDW) и другие. На втором этапе сортировки фракции, не подлежащие вторичной переработке, были дополнительно отсортированы как потенциальный источник альтернативного топлива (горючие фракции), такие как смешанная

бумага, смешанный пластик, текстиль и кожа, древесина, а также негорючие мелкие предметы, такие как металлы (черные и цветные), стекло и отходы электрического и электронного оборудования. Оставшиеся после второй стадии сортировки отходы содержат мелкие фракции с размером частиц менее 12 мм и органическую фракцию.

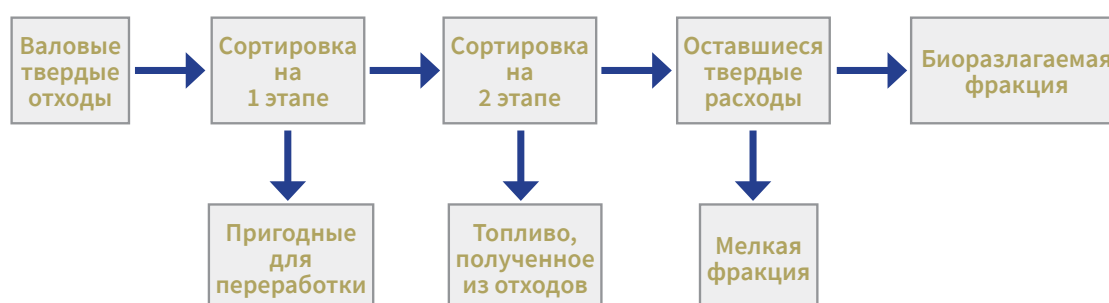


Рисунок 4.1 – Этапы отбора проб ТБО

В таблице 5.2 показан средний состав ТБО за период 2018 и 2019 годов. Основная доля ТБО состоит из органических веществ (47%), пластмасс (15,2%), бумаги (12,08%) и подгузников (5,9%). Разница между 2018 и 2019 годами не показала значительных колебаний и находилась в приемлемом диапазоне. Основываясь на результатах отбора проб ТБО, было установлено, что доля альтернативного топлива из ТБО составляет около 10%, однако с дальнейшими улучшениями существующей сортировочной установки на полигоне и созданием системы разделения источников доля такого

топлива может быть увеличена до 15%. Ожидается тенденция к уменьшению фракций пластика и бумаги у ворот полигона, поскольку сортировка ТБО у источника станет обычной тенденцией в городах и частью естественного поведения горожан. Одна из задач в рамках проекта была посвящена анализу поведения населения и проведению соответствующего опроса по сортировке мусора у источника. Опрос показал, что около 24% людей проявили готовность провести сортировку источника при наличии объектов ТБО [16].

Таблица 4.2 Состав твердых бытовых отходов г. Нур-Султан [17-18]

Фракции	Средний показатель в 2018, %	Средний показатель в 2019, %
Бумага	12.5	12.8
Пластик	15.4	15.2
Черные металлы	2.0	1.9
Цветные металлы	0.7	0.1
Стекло	6.2	4.9
Дерево	0.8	0.8

Фракции	Средний показатель в 2018, %	Средний показатель в 2019, %
Текстиль и кожа	3.4	3.7
Отходы электрического и электронного оборудования	0.6	0.7
Строительные отходы	0.9	3.2
Органические отходы	47.2	46.3
Мелкие частицы (<12 мм)	3.5	3.5
Подгузники	6.2	5.9
Другое	0.8	1.0
ИТОГО	100	100

4.1 с Сценарии управления отходами и рекомендации по сокращению выбросов парниковых газов

Мусорные полигоны стали одним из важных источников выбросов парниковых газов и на их долю приходится около 5% глобальных выбросов парниковых газов [19]. Согласно отчету о национальной инвентаризации, выбросы парниковых газов в секторе управления отходами достигли в общей сложности 6788,78 кт CO₂-эквивалента и составили примерно 1,7% от выбросов парниковых газов в стране. Сюда входят контролируемые и неконтролируемые мусорные полигоны, очистные сооружения, промышленные сточные воды и медицинские отходы [20]. Доля медицинских отходов незначительна, и поэтому она исключена из базового отчета по 1990 году. Таким образом, рекомендуется следующие возможные пути управления отходами:

1. Должна быть срочно построена система сбора метана на всех существующих полигонах в целях рекуперации энергии, в то время как запланированные санитарно-технические полигоны должны быть спроектированы уже с системой сбора метана.
2. Качество фракций ТБО, поступающих на сортировочную установку, должно быть значительно улучшено за счет интеграции отдельной сортировки ТБО на месте и облегчения отдельных треков для этих отсортированных фракций. Текущий пилотный проект по разделению влажного и сухого ТБО, размещенный в Нур-Султане, пока не показал значительного прогресса. Согласно нашему исследованию, степень переработки ТБО может достигать 30-33%.
3. Почти половина ТБО в Казахстане в основном состоит из органической фракции. Таким образом, компостирование органических отходов и утилизация метана выглядят более перспективными, чем сжигание основной фракции ТБО.
4. Существует потенциал для извлечения 10-15% отработанного топлива из суммарного количества ТБО, которые могут быть легко использованы на существующих угольных электростанциях в целях рекуперации энергии. Это поможет снизить выбросы парниковых газов за счет замены угля, используемого на электростанциях.

Меры	Сжигание ТБО
Описание	Строительство 6 мусоросжигательных заводов (МСЗ) с выработкой электроэнергии по цене 172 тенге / кВт*ч и / или сжигание ТБО в печах цементных заводов взамен угля.
Ключевые причины	<p>Департамент государственной политики в управлении отходами Министерства экологии, геологии и природных ресурсов РК предложил с целью решения нарастающих проблем обращения с ТБО строительство 6 мусоросжигающих заводов в крупных городах Казахстана, которые будут производить электроэнергию.</p> <p>Поправки в Экологический кодекс Республики Казахстан, разрешающие энергетическую утилизацию твердых отходов, были приняты Парламентом Республики Казахстан в конце 2020 года. Ранее Экологический кодекс в Казахстане запрещал сжигание твердых отходов.</p> <p>Следует отметить, что опыт использования МСЗ в мире продемонстрировал их опасное влияние на здоровье человека и вред продуктов питания, выращенных в радиусе многих тысяч километров от МСЗ. Поэтому в настоящее время МСЗ запрещены во многих развитых странах. В настоящее время действуют только ранее построенные заводы, новые заводы не строятся.</p>
Способствует достижению ЦУР-2030	Строительство МСЗ не соответствует ни одной из 17 целей ООН в области устойчивого развития.
Минимальные требования к данным	Объемы сжигаемых ТБО, т/год
Частота сбора данных	1 раз в год
Потенциал снижения выбросов парниковых газов, млн т CO ₂ -экв.	0,5
на 2021-2025 гг.	1
на 2026-2035 гг.	2,5
Инвестиционная потребность (стоимость) для реализации указанного потенциала сокращения выбросов парниковых газов, млн долларов США [63]	
на 2021-2025 гг.	500
государство	500
бизнес	
международные инвесторы	-
на 2026-2035 гг.	1500
государство	1500
бизнес	0
международные инвесторы	-
экологические	Снижение новых объемов захоронения ТБО на полигонах
социальные	Рост смертности населения от онкологии в зоне эмиссии МСЗ

В июле 2021 года Минэнерго организовало новый аукцион, на котором были заключены контракты на строительство 6 мусоросжигательных заводов в течение последующих 5 лет. Общая мощность этих заводов составит 100 МВт. Планируется, что эти установки будут сжигать как новые отходы, так и накопленные отходы в крупных городах Казахстана для производства электроэнергии. Стоимость киловатта электроэнергии от мусоросжигательных заводов составит около 172 тенге.

Уполномоченными органами в области управления бытовыми отходами в Казахстане являются Департамент государственной политики управления отходами МЭГПР Республики Казахстан (отвечает за разработку и совершенствование отраслевой политики), а также Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства МИИР Республики Казахстан (отвечает за реализацию политики).

Согласно Концепции перехода Республики Казахстан к зеленой экономике (2013 г.), к 2030 г. объем переработки твердых бытовых отходов (ТБО) должен составить 40%.

В соответствии со статьей 301 Экологического кодекса Республики Казахстан с 1 января 2019 года вступил в силу запрет на захоронение бумаги, пластика и стекла на мусорных полигонах Республики Казахстан. Также действует запрет на захоронение металла, покрышек и их фрагментов. С 1 января 2021 года также вступил в силу запрет на утилизацию пищевых и строительных отходов. За реализацию этих изменений несут ответственность местные исполнительные органы. Им

необходимо распорядиться о выделении земли и строительстве объектов для размещения ТБО. Однако местные власти в настоящее время испытывают трудности с осуществлением захоронения, особенно в селах, поскольку отсутствует необходимая логистическая инфраструктура и нет установленной передачи собранных отходов предприятиям для сортировки, обработки и переработки этих компонентов твердых бытовых и промышленных отходов. Поэтому требования Экологического кодекса сейчас нарушаются во многих регионах.

Системы мониторинга и оценки прогресса (динамики) по внедрению современных методов и технологий обращения с отходами [64].

4.1 d Результаты и обсуждение

Согласно информации, представленной в данной главе, в Казахстане существует высокий потенциал снижения выбросов парниковых газов при переработке сточных вод. Причина тому – большое количество сточного ила. Кроме того, почти половину всего ТБО составляют органические отходы, что предоставляет возможность установки в домах мусороборочных комплексов. Дополнительное количество органических веществ в сточных водах может быть переработано с использованием анаэробных методов для производства сельскохозяйственных удобрений. Это позволяет считать весь процесс экономически целесообразным, учитывая, что удобрения будут продаваться на рынке. Законодательство и стандарты обработки сточных вод в Казахстане необходимо обновить с целью дальнейшего включения анаэробного процесса очистки сточных вод. Введение

этой политики может сократить выбросы при обращении с отходами наполовину, поскольку сточные воды и органические вещества, содержащиеся в ТБО, создают значительное количество выбросов парниковых газов.

Летом 2021 года правительство Казахстана заключило контракт на строительство 6 мусоросжигательных заводов в 6 крупнейших городах Казахстана. Топливо для этих станций будет поставляться с полигонов для хранения отходов, на которых накоплено более 100 миллионов тонн ТБО. Правительство будет платить 172 тенге (0,4 доллара США) за киловатт-час электроэнергии от мусоросжигательных заводов. Полная мощность 6 заводов – 100 МВт. Если эти станции будут работать на полную мощность, то годовая выработка электроэнергии составит около 876

млн кВт / ч. В результате ежегодные инвестиции потребуют 350 миллионов долларов США и около 3 миллионов тонн отходов. Эффект от сжигания отходов может быть как положительным, так и отрицательным. Например, если сжигается 1 тонна бумаги, экономится 230 кг CO₂, но, если сжигается 1 тонна пластика, выделяется 1500 кг CO₂. В среднем 1 тонна ТБО экономит около 180 кг CO₂ [18]. В результате будет сэкономлено около 540 тысяч тонн CO₂. Если мы сравним необходимые инвестиции, то 1 тонна CO₂ будет стоить около 650 долларов. Это делает весь проект неэффективным и не имеющим отношения к сокращению выбросов парниковых газов. Кроме того, это доказывает, что правительство действует неэффективно касательно управления фондами деятельности по снижению выбросов парниковых газов.

4.2 Новый подход в законодательных и регулирующих механизмах: торговля и налог на выбросы углерода.

В Казахстане государство частично регулирует выбросы парниковых газов путем создания рыночного механизма для торговли углеродными единицами. Рыночный механизм торговли квотами на выбросы углерода осуществляется в соответствии с Экологическим кодексом [65] и правилами государственного регулирования [66] в области выбросов и абсорбции парниковых газов [67].

Законодательство в области охраны окружающей среды было обновлено в начале 2021 года. Изменения в регулировании выбросов парниковых газов коснулись Экологического и Административного кодексов [68]. В частности, в Экологический кодекс были внесены поправки для мониторинга выбросов загрязняющих

веществ, а концепция компенсационных проектов была введена в систему торговли парниковыми газами Республики Казахстан. Административным кодексом введен штраф в Экологическом кодексе за превышение разрешенной квоты за выбросы парниковых газов в размере 5 месячных расчетных показателей (МРП) или 14585 тенге за тонну CO₂. Несмотря на обновление законодательства о торговле квотами на выбросы углерода, система торговли парниковыми газами имеет ряд недостатков.

Согласно статье 285 Экологического кодекса государственное регулирование в области выбросов и удаления парниковых газов осуществляется с использованием следующих инструментов:

1. установление углеродного бюджета;
2. квота на выбросы углерода;

Статья 286 Экологического кодекса определяет углеродный бюджет на 2021 год как минимум на 1,5 процента ниже, чем углеродный баланс за 1990 год, а в последующие годы должен быть как минимум на 1,5 процента в год меньше, чем углеродный бюджет за предыдущий год. Для периода углеродного бюджета с 2026 по 2030 год углеродный бюджет на каждый календарный год должен быть как минимум на 1,5 процента от уровня углеродного бюджета предыдущего года. Для последующих периодов углеродного бюджета углеродный бюджет на каждый календарный год должен быть как минимум на пятнадцать процентов ниже углеродного баланса 1990 года.

Однако то, что означает углеродный баланс 1990 года в цифрах, не определено. Означает ли углеродный баланс 1990 года общие выбросы в 1990 году без учета землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства (ЗИЗЛХ)? Если последнее верно, то углеродный баланс за 1990 год согласно последней инвентаризационной ведомости РК [69] составляет 385 миллионов тонн в эквиваленте CO₂. Но согласно статье 289 Экологического кодекса электроэнергетическая, нефтегазовая, горнодобывающая, металлургическая и химическая промышленность, а также обрабатывающая промышленность в отношении производства цемента, извести, гипса и кирпича (далее именуемые регулируемые отрасли экономики) подлежат квоте на выбросы углерода, которая соответствует секторам энергетики и промышленных процессов в национальном отчете по инвентаризации парниковых газов. Согласно отчету

инвентаризации, энергия выбрасывает 249,6 миллиона тонн CO₂, а промышленные процессы производят 19,4 миллиона тонн CO₂. В совокупности энергетика и промышленные процессы выбросили 269 миллионов тонн CO₂.

Если теперь мы посмотрим на Национальный план распределения выбросов парниковых газов [70] на 2021 год, то увидим, что общие выбросы парниковых газов в 2021 году составили 169 187 227 тонн CO₂. Здесь 1 квота углерода равна 1 тонне CO₂. Резерв квот на выбросы парниковых газов на 2021 год составляет 11,5 млн. Количество квот на выбросы углерода вместе с резервом в 2021 году составило 180 687 227 тонн CO₂. Также остается неясным, каков углеродный баланс 1990 года.

Более того, если мы посмотрим на квоты на выбросы углерода на 2018-2020 годы [71], они составили 485909138 единиц + резерв 35273634 единиц квот. То есть в среднем квоты в год составляли 161 969 + резерв 11 757 878. Таким образом, получается, что количество квот в среднем на 2018-2020 годы было меньше, чем на 2021 год, когда было объявлено снижение квот на 1,5% в год. Система торговли выбросами (СТВ) не имеет логики и последовательности в реализации углеродной политики.

Предприятие в системе СТВ может разработать и реализовать так называемый компенсационный проект, направленный на производство чистой энергии или поглощение выбросов парниковых газов. Статья 298 Углеродная компенсация относится к сокращению выбросов парниковых газов и/или увеличению поглощения парниковых газов в результате деятельности в любом секторе экономики Республики Казахстан,

направленной на сокращение выбросов парниковых газов и/или увеличение поглощения парниковых газов.

Зачетные единицы имеют неопределенный срок действия, за исключением случаев, когда срок их действия ограничен на момент выдачи.

Однако не приводятся четкие правила определения сокращения выбросов парниковых газов в компенсационных проектах. Дается лишь общее указание на то, что этот проект будет рассмотрен уполномоченным органом Министерства экологии, геологии и природных ресурсов. Было бы неплохо усовершенствовать СТВ до генерации библиотеки офсетных проектов.

Пример, 1 кВт*ч возобновляемой электроэнергии эквивалентен получению 1 кВт*ч от угольной электростанции, на которой сжигается 350 граммов угля или выделяется 1 кг CO₂ (оценка основана на Экибастузской ГРЭС-1 [72]). Таким образом, компенсационный проект в области производства электроэнергии из возобновляемых источников может быть сведен к подсчету произведенных киловатт-часов и их конвертации в эквивалент CO₂ согласно предложенному примеру.

Точно так же посадка 1 гектара леса в год, например, поглощает 3 тонны CO₂ в год. Создание библиотеки компенсационных проектов и оценка их поглощения парниковых газов, облегчает реализацию предприятиями компенсационных проектов, а также дает предприятиям уверенность в обоснованности инвестиций.

Механизм распределения резервных квот не ясен. Например, Экибастузская ГРЭС-1 в 2020 году превысила квоты на выбросы углерода на 8,587 млн тонн в эквиваленте

CO₂ [8]. ГРЭС-1 запросила у министерства дополнительные квоты в размере 8,587 млн и получила их. Как распределение резервных квот влияет на рынок СТВ – положительно или отрицательно? Судя по сложившейся в Казахстане практике, оно имеет негативный эффект.

Еще один момент, касающийся СТВ, заключается в том, что предприятия сами представляют отчет об инвентаризации парниковых газов. Проверить, сколько на предприятии, например, топлива, будет сложно. Следовательно, существует вероятность того, что предприятие будет фальсифицировать и недооценивать свои выбросы.

Все вышеперечисленные факторы, а также непроработанность и неопределенность СТВ приводят к тому, что предприятия неохотно реализуют проекты по сокращению СТВ, скорее, согласно инвентаризации, ежегодные выбросы ПГ растут. По данным товарной биржи, объем торговли парниковыми газами очень невелик. Цена составляет 500 тенге за тонну CO₂, что кажется искусственной ценой.

В качестве решения в этом отчете предлагается сократить и заменить СТВ налогом на выбросы углерода. Если ввести налог на выбросы углерода за тонну CO₂ по сформированной на бирже цене за тонну CO₂, то есть 500 тенге за тонну, то, облагая налогом 180 млн тонн выбросов, можно получить около 200 млн долларов в год в виде налога на выбросы парниковых газов.

Налог на выбросы углерода может и должен быть распространен на возделываемые земли, что остановит выбросы парниковых газов и сократит выбросы на 30 миллионов тонн эквивалента CO₂ в год.

Кроме того, налог на выбросы углерода планирует ввести Европейский Союз в отношении продуктов, созданных с использованием энергоемких процессов. Для начала европейский налог на выбросы углерода коснется металлов, а затем нефти и газа. Логичным шагом в этом случае было бы введение налога на выбросы углерода при добыче нефти и угля. Размер налога должен быть установлен в размере 1% от выручки

за тонну нефти или угля. В результате поступления от налога на выбросы углерода от добычи нефти, по мнению автора, составили бы от 200 до 500 миллионов долларов. Финансовые потоки от налога на выбросы углерода дадут правительству ресурсы для декарбонизации экономики Казахстана. Например, эти деньги можно было бы использовать для продажи аукционов по возобновляемой энергии.

4.3 Короткоживущие загрязнители климата (SLCP)

Этот раздел посвящен метану как наиболее важному SLCP с точки зрения ускоренных действий по борьбе с изменением климата.

Ускоренное сокращение выбросов метана во всех секторах экономики все чаще признается международным сообществом в преддверии COP-26 как приоритетная политика и действия, необходимые для достижения заявленных целей Парижского соглашения. США, Европейский Союз, Великобритания и шесть других стран, являющихся крупными источниками выбросов метана, взяли на себя обязательство по сокращению выбросов метана к 2030 году на 30% по сравнению с уровнями 2020 года [73].

Существуют также различные международные инициативы и партнерства с участием промышленных предприятий, международных организаций и НПО, направленные на ускоренное сокращение выбросов метана, такие как:

- Глобальная инициатива по метану [74]
- Партнерство по борьбе с выбросами метана из нефтегазового сектора

Коалиции в защиту климата и чистого воздуха [75]

- Инициатива по метану IEF [76]
- Глобальный альянс по метану ЮНЕП/ Коалиции в защиту климата и чистого воздуха [77]
- Одно будущее [78]

Выбросы метана в Казахстане составляют почти 42 млн т CO₂-экв, из которых около 20 млн т выбрасываются в результате деятельности, связанной с энергетикой. На сельское хозяйство приходится около 16 млн т. [79]

В энергетическом секторе летучий метан из шахт ответственен за 76% всех выбросов сектора, а летучий метан при добыче, переработке, транспортировке и распределении нефти и газа составляет большую часть остальных 24%.

Технологии улавливания и утилизации шахтного метана из действующих и закрытых угольных шахт хорошо разработаны и просты в применении, их использование широко распространено во многих угледобывающих странах. Затраты на снижение уровня выбросов при использовании таких технологий невысоки. В то же время, в контексте

поэтапного отказа от угля, уловленный шахтный метан может быть ценным местным топливным ресурсом-заменителем, в первую очередь для нужд промышленности и жилищного строительства. Сокращение и/или использование почти всех летучих выбросов метана из угольных шахт должно стать приоритетом политики в ближайшем будущем, поскольку все операторы угольных шахт должны улавливать и уничтожать/утилизировать летучий метан.

Летучие выбросы метана в нефтегазовом секторе также можно относительно легко сократить и далее управлять ими, что для компаний также имеет экономический смысл. Положения об этом должны быть приняты как можно скорее. Следует задействовать и присоединиться к международным отраслевым инициативам и партнерствам, указанным выше.

Правительству Казахстана, в свою очередь, необходимо быстро создать надежную нормативно-правовую базу для ускорения сокращения летучих выбросов метана, включая специальные положения для специальных финансовых инструментов «переходного периода».

Заброшенные и неправильно закрытые скважины являются важным источником метана, но с ними трудно бороться. В то же время программа по решению этой проблемы может стать новым драйвером экономической активности и альтернативной занятости в это решающее десятилетие ускоренных действий. Скорейшее решение нерешенных юридических и нормативных вопросов и создание государственно-частного партнерства с надлежащим подключением

вышеупомянутых скважин при поддержке соответствующей финансовой структуры, включая использование рыночных механизмов, поможет ликвидировать этот источник утечки.

С выбросами метана в сельском хозяйстве бороться труднее. Кардинальное сокращение в настоящее время возможно только за счет кардинальных изменений в существующей системе производства продуктов питания и сокращения поголовья крупного рогатого скота и потребления мяса. Тем не менее, повышение продуктивности крупного рогатого скота может иметь большое значение для сокращения выбросов метана в сельском хозяйстве. Также в настоящее время ведутся значительные научно-исследовательские работы по разработке усовершенствованных пищевых добавок для жвачных животных, которые могли бы значительно снизить кишечные выбросы метана [80].

Сброжение метана и производство биогаза также являются широкодоступной технологией, которая значительно продвинулась в последние десятилетия и может быть применена в нескольких регионах Казахстана, обеспечивая альтернативный источник топлива для отопления и других целей.

Директивным органам следует:

- Стимулировать предпринимательство в целях повышения продуктивности скота и усвоения метана / использования биогаза (замена угля для отопления в сельской местности)
- Увеличить инвестиции в исследования и разработки, связанные с передовыми диетическими добавками, лучшими селекционными

стратегиями и технологиями переработки метана.

- Содействовать передаче и внедрению технологий, установлению партнерских отношений с лидерами в этой области.

Значительное сокращение выбросов метана в сельском хозяйстве будет иметь дополнительный эффект в виде значительного сокращения выбросов N₂O.

Управление твердыми и жидкими отходами. Меры в этой области должны включать:

- Распространение раздельного сбора органических отходов, предотвращение их захоронения на полигонах твердых бытовых отходов
- Производство новых продуктов, в том числе биотоплива
- Переход на максимально возможное использование биоразлагаемых отходов для производства товарного компоста и биогаза.

- Увеличение объемов переработки, повторного использования и утилизации
- Сбор и утилизация метана/биогаза, образующегося на свалках и очистных сооружениях, и его использование в качестве возобновляемого топлива

Совершенно очевидно, что это является веским аргументом для регионального партнерства государственного и частного секторов в области метана в Центральной Азии, объединяющее правительства, национальные и международные компании, действующие в регионе, международные и двусторонние организации по финансированию развития, ведущие деловые и торговые ассоциации, а также научно-исследовательские институты. Такое партнерство могло бы обеспечить синергетический множительный эффект и стать значимым вкладом в решение этой важной глобальной проблемы смягчения последствий изменения климата.

4.4 Финансовый сектор и международные финансы

Преобразование финансового сектора имеет решающее значение для достижения показателя углеродной нейтральности. Финансовые потоки следует кардинально перенаправить с финансирования обычных проектов и технологий на низкоуглеродные и безуглеродные решения. В Казахстане был достигнут некоторый прогресс, но эту трансформацию необходимо резко ускорить.

Существует ряд мер и инструментов, доступных для всех институтов финансового сектора, от Национального банка до Министерства финансов, финансовых институтов развития,

коммерческих банков, инвестиционных компаний и венчурных фондов. Что должно произойти, так это то, что Национальный банк и Министерство финансов должны перейти от нейтрально-позитивной позиции в отношении зеленого финансирования, финансирования переходного периода и устойчивого развития к проактивной позиции, руководящей трансформацией финансового сектора, создав основу для радикальной трансформации финансов – рынков капитала, инвестиций, корпоративного финансирования, финансирования малого и среднего бизнеса и розничного финансирования.

Национальному банку следует сосредоточиться на следующих политиках и операциях:

- раскрытие информации о климатических рисках
- более либеральные положения о рисках и резервные требования для зеленого финансирования, финансирования переходного периода и финансирования ЦУР
- разрешение использования углеродных активов в качестве резервов
- надежная таксономия и руководство по зеленым финансам, совместимые с лучшими международными практиками
- потенциальные покупки зеленых облигаций, облигаций, привязанных к устойчивости, и т. д. в рамках будущих программ стимулирования

Министерство финансов и национальные финансовые институты развития могут и должны:

- выпускать суверенных и квазисуверенных зеленых облигаций и других аналогичных инструментов
- предоставлять экологические кредиты/кредиты устойчивости и инструменты повышения кредитного качества для низкоуглеродных проектов и технологий
- предоставить зеленый венчурный капитал катализатора для увеличения потоков частного капитала

Банкам, биржам, инвестиционным компаниям и другим учреждениям финансовых услуг и рынков следует реагировать на нормативные стимулы и деловое чутье в новой нормативно-правовой среде, чтобы резко расширить экологические, переходные и банковские

и финансовые услуги, связанные с ЦУР, с целью мобилизации.

Международные финансы. Несмотря на то, что Казахстан является страной со средним уровнем дохода и не может рассчитывать на большие объемы финансовой помощи от развитых стран, существует множество источников международного государственного и частного финансирования для поддержки перехода при условии, что существует правильная политическая основа, обеспечивается ее соблюдение и «зеленый» инвестиционный климат привлекателен. Государственные финансы должны служить катализатором для привлечения очень значительного потока частного финансирования, необходимого для обеспечения перехода к нулевому показателю в дополнение к государственным учреждениям, таким как:

- Двусторонние (Корпорация финансирования развития США, ГБР и т.д.)
- Многосторонние (МБРР, МФК, ЕБРР, АБР, АБИИ и т.д.)
- ГЭФ, ЗКФ и т.д.

частные венчурные фонды, такие как:

- Bezos Earth Fund, Breakthrough Catalyst Fund

необходимо также привлечь климатические фонды прямых инвестиций и управляющих активами. Частное финансирование борьбы с изменением климата неизбежно будет опережать государственные источники, но Казахстан должен иметь хорошую конкурентную позицию, чтобы привлекать вышеуказанные финансовые потоки.

Необходимо ответить на некоторые ключевые вопросы. Как привлечь инвесторов? Зачем им инвестировать в

Казахстан? Что будет иметь значение, так это благоприятный инвестиционный режим и способность подготовить и осуществить инвестиции эффективным

и прозрачным образом. Это сделало бы Казахстан победителем в новой гонке зеленого финансирования.

4.5 Отрасли, с трудом поддающиеся сокращению

Казахстан имеет диверсифицированную промышленную базу, обеспечивающую значительную долю его ВВП и экспортных поступлений. Обезуглероживание таких отраслей, как металлургия, цемент, стекло и химическая промышленность, с трудностями в сокращении выбросов, будет сложной задачей, и для разработки и внедрения новых технологий необходимо будет полагаться на международное партнерство и государственную поддержку. В то же время существует множество вариантов, при наличии соответствующих стимулов и инструментов, чтобы сделать существующие технологические процессы более энерго- и ресурсоэффективными или использовать альтернативные виды топлива, такие как возобновляемые источники энергии или RDF.

Металлы, производимые в Казахстане, вносят ценный вклад в глобальный энергетический переход, поскольку в этом контексте растет спрос на медь, кобальт и другие металлы. Задача состоит в том, чтобы производить и использовать их наиболее благоприятным для климата способом.

Тем не менее, необходимо будет разработать и внедрить новые технологии. Например, в сталелитейном производстве, по данным ArcelorMittal, глобальной сталелитейной группы со значительным присутствием в Казахстане, в настоящее время существует два основных пути декарбонизации:

- Железо прямого восстановления/водород и
- Использование кругового углерода, потоков углеродных отходов, устойчивой биомассы, улавливания и использования углерода, а также улавливания и хранения углерода

Кстати, АрселорМиттал взял на себя обязательство по достижению общегрупповой цели по нулевым выбросам к 2050 году, подав хороший пример другим казахстанским промышленным компаниям и международным корпорациям, ведущим свою деятельность в Казахстане.

4.6 Социально-экономические меры по смягчению последствий ускоренного отказа от угля – Справедливый переход

Учитывая зависимость Казахстана от угля, переход энергетического сектора от угля будет очень сложным. Столь же сложным будет Справедливый социально-экономический переход в общинах и регионах с большой концентрацией угле-

добывающих предприятий и угольных электростанций. Такой Справедливый переход потребует тщательного планирования повторного развития, значительных финансовых вложений, а также активного участия сообщества.

Справедливый переход от угля должен стать вопросом первоочередной важности для правительства и региональных/местных властей в Караганде, Экибастузе и других угледобывающих бассейнах. Как выразилась одна американская неправительственная организация, «... мы должны отказаться от угля, а не от угольщиков» [81].

Казахстану следует извлечь уроки из опыта других стран, которые ранее прошли через реструктуризацию, сокращение и закрытие угольного сектора. Всемирный банк [82] [83] его опытом реализации многих проектов кредитования структурной перестройки угольного сектора и полученными из глобальных источников знаниями о нескольких переходах в угольном секторе на национальном уровне мог бы стать ценным партнером в разработке, финансировании и реализации планов справедливого перехода, основанных на:

- I. Структура управления
- II. Люди и сообщества
- III. Мелиорация земель и окружающей среды

Европейский механизм справедливого перехода, а также многие другие национальные и субнациональные инициативы также заслуживают изучения и участия для разработки наиболее подходящей национальной схемы.

Казахстану также следует взаимодействовать с другими странами, наиболее сильно зависящими от угля, и международными финансовыми институтами, чтобы сформировать партнерство или платформу для генерирования и обмена знаниями и привлечения долгосрочного льготного и инновационного финансирования. Также следует изучить возможность мобилизации международного частного капитала в проекты редевелопмента.

5. Международное сотрудничество

5.1 Углеродно-нейтральный Казахстан-2060 [84]

Региональное/международное сотрудничество обычно относится к политическим и институциональным механизмам, используемым субъектами региона с целью «представления и планирования совместного развития», при котором одновременно продвигаются национальные интересы.

В рамках данной главы мы рассматриваем «региональное сотрудничество» (в области энергетики и климата) как многогранную концепцию, которая потенциально может быть переведена в «совместную разработку политики» (например, стандарты), «совместную разработку технологий/решения», «софинансирование проектов и мер», «рациональный обмен избытками», «обмен опытом, практиками или извлеченными уроками» и «диалог», чтобы найти и укрепить общие интересы.

С географической и геополитической точки зрения, «регион» вокруг Казахстана всегда был перекрестком для перемещения товаров и людей между Европой и Восточной Азией (Китай),

а также между Россией и Западной/Южной Азией, таким образом данный регион рассматривается как земля как стратегических возможностей, так и сложностей. Кроме того, из-за перекрестного характера региона границы самой центральноазиатской системы в какой-то степени «размыты», и несколько соседей, таких как Азербайджан [85], Монголия [86], Афганистан [87], также могут считаться важными игроками более крупной и даже более сложной региональной игры [88].

Чтобы проиллюстрировать (выявленные) наиболее важные элементы регионального и международного сотрудничества, глава разбита на следующие пункты:

- Введение и методологический подход
- Казахстан и регион Центральной Азии
- Казахстан и Российская Федерация
- Казахстан и Китай
- Казахстан и другие (западные) игроки (фокус на ЕС)
- Казахстан и все: цифровизация
- Основные выводы

5.2 Преамбула: ключевые послания G20 по окружающей среде, климату и энергии [89], Неаполь (Италия)

Министры энергетики и окружающей среды из группы 20 государств с наиболее развитой и развивающейся экономикой встретились в июле в Италии, чтобы обсудить формулировку «ключевых» обязательств в отношении изменения климата. Встречу G20 можно рассматривать как важный шаг перед диалогом Организа-

ции Объединенных Наций по климату, известного как COP 26, который состоится в Глазго в ноябре 2021 года.

Министры не смогли прийти к полному соглашению по «двум» спорным вопросам, которые теперь необходимо будет вновь обсудить на встрече G20 в

Риме в октябре (саммит лидеров). Двумя ключевыми оспариваемыми моментами [90] являются: график поэтапного отказа от угольной энергетики (некоторые страны настаивают на срок до 2025 года); и усиление/ускорение Парижского соглашения (предельная температура на уровне 1,5 градуса, которого некоторые страны будут стремиться достичь в следующем десятилетии [91]) в связи с их соответствующими политическими издержками.

Несмотря на разногласия, министр экологического перехода Италии заявил, что «это первый случай, когда «Большая двадцатка» признала тесную взаимосвязь климата и энергетики».

Некоторые из обсуждавшихся «принципов» кратко изложены ниже. Они лягут в основу перехода к климатически нейтральному миру и послужат «ключевыми словами» для данной главы.

- Энергетическая система играет ключевую роль на пути к климатической нейтральности и нулевым выбросам к 2050 году.
- Системный подход необходим для обеспечения устойчивого, доступного и справедливого развития энергетической системы: необходимо учитывать все уровни.
- Климатически нейтральная и устойчивая энергетическая система основана на интеграции различных энергетических секторов в любом масштабе и рассмотрении наиболее экономически эффективных способов.
- Три столпа лежат в основе перехода к климатически нейтральной энергетической системе, а именно: «Устойчивый вклад», «Гибкость» и «Децентрализация».
- Ограничение потепления до 1,5° C предполагает достижение к 2050 году чистых нулевых выбросов CO₂ во всем мире и одновременное массивное сокращение не-CO₂ выбросов, особенно метана.
- Пандемия SARS-Cov2 вызвала шок для экономики на глобальном уровне, но представляет собой беспрецедентную возможность ускорить переход к климатически нейтральной и устойчивой экономике.
- Международное сотрудничество и многосторонние действия должны и далее обеспечивать платформу для обмена передовым опытом, согласования амбиций, гармонизации стандартов, максимизации и капитализации усилий в области НИОКР и поддержки масштабных инвестиций.

Устойчивый вклад

Возобновляемые источники энергии (Сценарий устойчивого развития МАЭ до 2070 года сообщает, что доля возобновляемых источников энергии в общемировой структуре производства электроэнергии должна достигнуть 86%) и электрификация (транспортный сектор, промышленность, строительство)

являются ключевыми для достижения цели нейтральности. Решительные технологические и социально-технические действия должны быть предприняты «совместно», чтобы продвигать потенциал возобновляемых источников энергии для обеспечения электричества, мобильности, отопления. Исследовательская деятельность, национальная и межстрановая

инфраструктура, цифровизация, вовлечение потребителей/местных сообществ являются важными инструментами, способствующими изменению.

Ключевые слова:

- Крупномасштабная возобновляемая энергия
- Электрификация

Гибкость

Интеграция в энергосистемы больших долей vRES создает серьезные проблемы для работы системы. Несколько решений для обеспечения гибкости системы доступны или же находятся в стадии разработки. Накопление энергии может обеспечивать множество услуг для электрической сети, сохраняя излишек произведенной энергии и поставляя ее по запросу (например, аккумулялирование энергии и тепла). Водород как вектор позволяет отделить динамику производства энергии от спроса. Более того, мощные взаимосвязи, в особенности системы постоянного тока высокого напряжения (HVDC), используют потенциал различных возобновляемых источников энергии, технологий, часовых поясов, характеристик нагрузки,

также расположенных далеко друг от друга, что обеспечивает общий баланс по всей энергетической системе. Недостаток производства в одной области может быть компенсирован избытком в другой.

Ключевые слова:

- Хранение
- Водород
- Взаимосвязи

Децентрализация

От «централизованного» к децентрализованному «генерированию», использование возобновляемых источников энергии, доступных на местном уровне (биомасса, биогаз, геотермальная энергия, отходы, малая гидроэнергетика) с целью обеспечения большей циркулярности, устойчивости, инклюзивности и общности, а также более эффективного использования (меньше потерь) энергии. Цифровизация (архитектуры ИКТ, ИТ-технологии, геймификация) и энергоэффективность также являются ключом к децентрализации.

Ключевые слова:

- Маломасштабная возобновляемая энергия
- Энергоэффективность
- Вовлеченность сообщества
- Цифровизация

5.3 Методологический подход

Казахстан является одной из стран со средним уровнем дохода, которые в значительной степени зависят от прямой ренты от углеродоемких видов деятельности для продолжения развития, создания необходимой инфраструктуры и предоставления основных государственных услуг, таких как образование и здравоохранение (доходы от экспорта нефти как доля от общих экспортных доходов

составляет больше 50%). Первый шаг по «цепочке ценностей» от чистой добывающей отрасли к обрабатывающей промышленности привел к относительно высокой концентрации углеродоемких отраслей (например, металлургии и химической промышленности), которые, как правило, все еще являются секторами с довольно низкой добавленной стоимостью. Таким образом, «внутреннее» количество выбросов

парниковых газов, содержащихся в товарах, предназначенных для экспорта, является одним из самых высоких в мире.

На рисунке ниже показана простая структура для оценки уровня «подверженности» страны «переходу на низкоуглеродный уровень». Он основан на мониторинге четырех

основных показателей (количественным [92] или полукачественным образом) текущей и ожидаемой/прогнозируемой экономической зависимости страны от ископаемого топлива (внизу), а также уже построенных и планируемых/рассматриваемых кэптивных активов (вверху). Оцениваются как «тип», так и «время» воздействия.



Рисунок 5.1 – Разработка автора, с поправками Всемирного банка

Казахстан имеет большую долю доходов от экспорта ископаемого топлива и довольно высокую углеродоемкость экспортируемых товаров. Он имеет огромные запасы угля [93] (R/P > 200 лет), который частично экспортируется (13 мтнэ) и частично используется для внутреннего потребления (в основном) в энергетическом секторе и промышленности, а также значительные запасы (R/P > 45 лет) и экспорт (71 мтнэ) нефти. В мировой перспективе с переходной экономикой с низким уровнем выбросов углерода ожидается, что спрос и цены на оба товара снизятся, что (потенциально) приведет к значительному

сокращению доходов от прямого экспорта [94]. Более того, торговые меры/инструменты [95] регионов-импортеров могут вскоре ввести некоторые (минимальные) «стандарты» в отношении содержания углерода в продаваемых товарах, что создает дополнительный высокий риск для рыночной позиции продукции, производимой в Казахстане. Цена бездействия (экономическая и социальная) потенциально может быть даже выше, чем цена перехода к экономике с нулевым балансом. Казахстану следует попытаться максимально использовать выгоды от сотрудничества, чтобы не потерять импульс.

В рамках «достижения нулевых выбросов» для Казахстана и потенциальных выгод регионального/ международного сотрудничества для достижения климатической нейтральности в следующие 40

лет принимаются во внимание следующие ключевые «игроки»: Центральноазиатский регион [96], Россия, Китай и другие соответствующие (западные) игроки (фокус на ЕС).



Рисунок 5.2 – Казахстан (синий); Страны Центральной Азии (темно-синий); большие соседи (темно-оранжевый), остальной мир (светло-серый)

Основная цель данной главы – предоставить «описательный анализ» сферы (и компромиссов) регионального и международного сотрудничества, имеющего отношение к концепции климатической нейтральности Казахстана. Она также направлена на то, чтобы выделить игроков и области такой сложной игры (с Казахстаном в качестве «центра»), выявить и описать потенциальные возможности для взаимодействия, собрать и поделить базовую количественную информацией, полученной в других исследованиях [97], и, в конечном итоге, дать пищу для размышлений лицам, принимающим решения, аналитикам и

заинтересованным сторонам в Казахстане с целью обоснованного и своевременного достижения цели.

В этой связи также стоит отметить, что «достижение нулевых выбросов до 2060 года» Казахстаном встроено в региональную социально-экономическую перспективу, которая предусматривает положительные темпы роста населения (за исключением Китая после 2035 года), и что предполагает относительно высокие темпы роста ВВП для всех вовлеченных стран, что создает дополнительные проблемы и сложности в отношении будущего спроса на энергию и конкуренции за ресурсы и доли рынка.

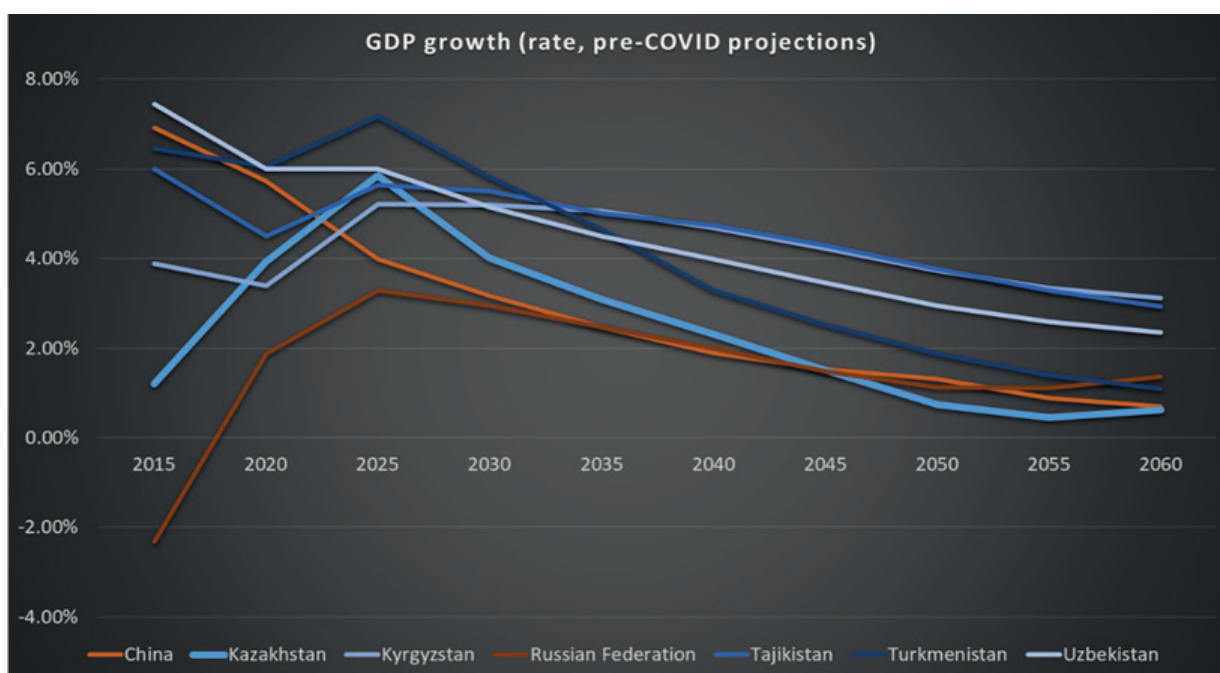
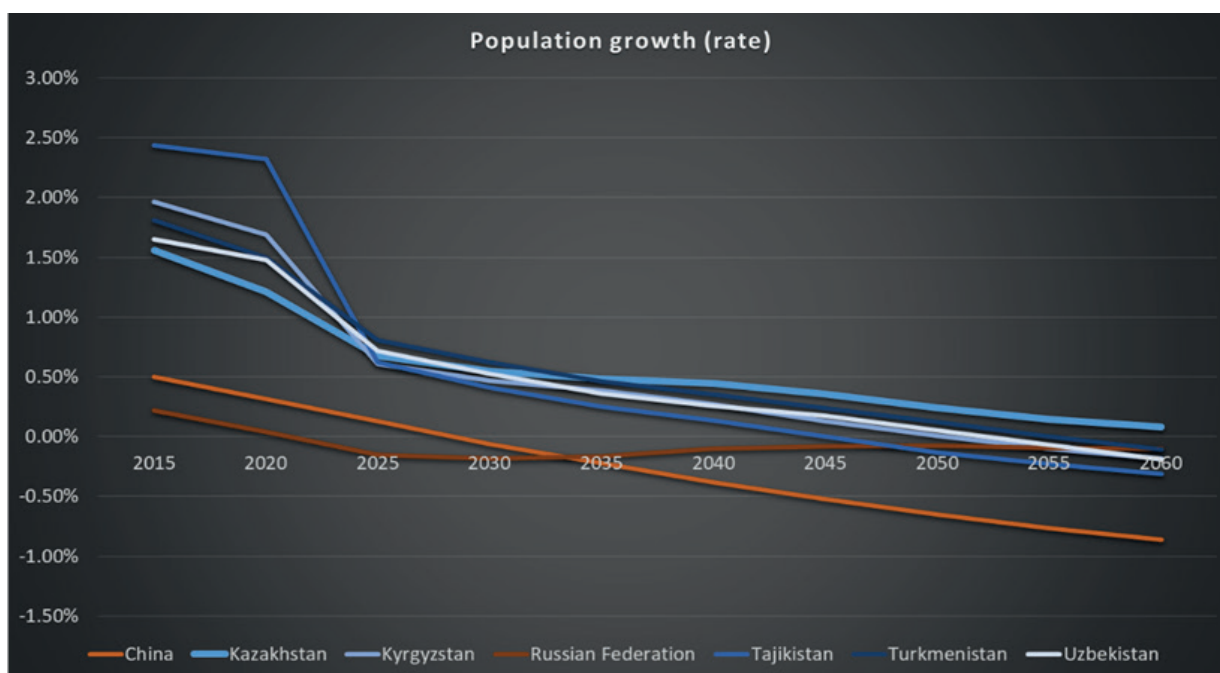


Рисунок 5.3 – Темпы роста населения и темпы роста ВВП (проекция до COVID)

В таблице 5.1 представлен обзор «возможного» пространства для регионального и международного

сотрудничества; наиболее актуальные области и темы более подробно рассматриваются в данной главе.

Таблица 5.1

Казахстан – Сотрудничество:	ЦА	РФ	КНР	ЕС	Другие западные страны
Крупномасштабные возобновляемые источники энергии	3	2	3	2	2
Электрификация	2	2	3	3	2
Хранение	3	2	3	3	2
Водород	1	3	3	2	3
Взаимосвязи	3	3	3	1	1
Мелкомасштабные возобновляемые источники энергии	3	1	2	3	2
Энергоэффективность	2	1	2	3	2
Вовлеченность населения	3	1	1	3	1
Цифровизация	3	3	3	3	3
Сокращение выбросов иных, чем CO ₂ , газов	1	3	1	2	1
Исследования и инновации	3	2	2	3	2

Качественная (ориентировочная) цвето-градиентная шкала

5.4 Казахстан и регион Центральной Азии

Страны Центральной Азии, а именно Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан, имеют совокупное население около 70 миллионов человек, которое, как ожидается, вырастет примерно до 90 миллионов к 2050 году, неполное рыночные развитие экономики, старые и неэффективные физические активы, связанные с энергетикой, – все факторы, создающие серьезные

препятствия на пути к достижению углеродной нейтральности в регионе. Природные и энергетические ресурсы распределяются неравномерно между странами, углеводородные ресурсы [98] которых сосредоточены в Казахстане, Туркменистане, Узбекистане, а гидроэнергетические ресурсы [99] сосредоточены в Кыргызстане и Таджикистане.



Рисунок 5.4 – Казахстан и Центральная Азия на карте

(Упрощенная) версия региональной «стратегической игры» в свете видения нулевого уровня выбросов парниковых газов для Казахстана представлена и проиллюстрирована ниже (в формате расширенного дерева). Здесь четыре игрока принимаются во внимание с помощью ряда ходов / стратегий для каждого игрока (представляющих возможные приоритеты и варианты выбора для конкретной страны), комбинация которых, как ожидается, приведет к очень

разным результатам для Казахстана. Потенциалы для «кооперативного равновесия» (чистые или смешанные стратегии) должны быть тщательно проанализированы, чтобы двигаться к «беспроегрывшим» результатам (чтобы использовать сильные стороны друг друга и попытаться выступить в международных переговорах как один игрок), поскольку отказ от сотрудничества легко оценивается как дорогостоящий и рискованный по нескольким критериям [100].

Казахстан (3 стратегии, голубой):

Шаг 1: полагаться на импорт энергии без выбросов CO₂ (электричество, биотопливо, H₂) из других стран Центральной Азии, инвестиции в необходимые взаимосвязи, модернизацию промышленного сектора при сохранении существующей экономической структуры (за исключением нефтегазовой отрасли, из-за более низкого международного спроса);

Шаг 2: массовое использование внутренних возобновляемых источников энергии (ветровой и солнечной, с соответствующими резервными источниками) и национального потенциала облесения, структурные изменения национальной экономики для самостоятельного перехода к климатически нейтральному 2060 году;

Шаг 3: развитие отрасли/цепочки H₂, избыток голубого водорода (в сочетании с CCS) в другие страны Центральной Азии в обмен на электроэнергию (и в рамках переговоров о минимальном потоке воды), модернизация промышленного сектора при сохранении существующей экономической структуры (за исключением нефтегазовой отрасли из-за снижения международного спроса).

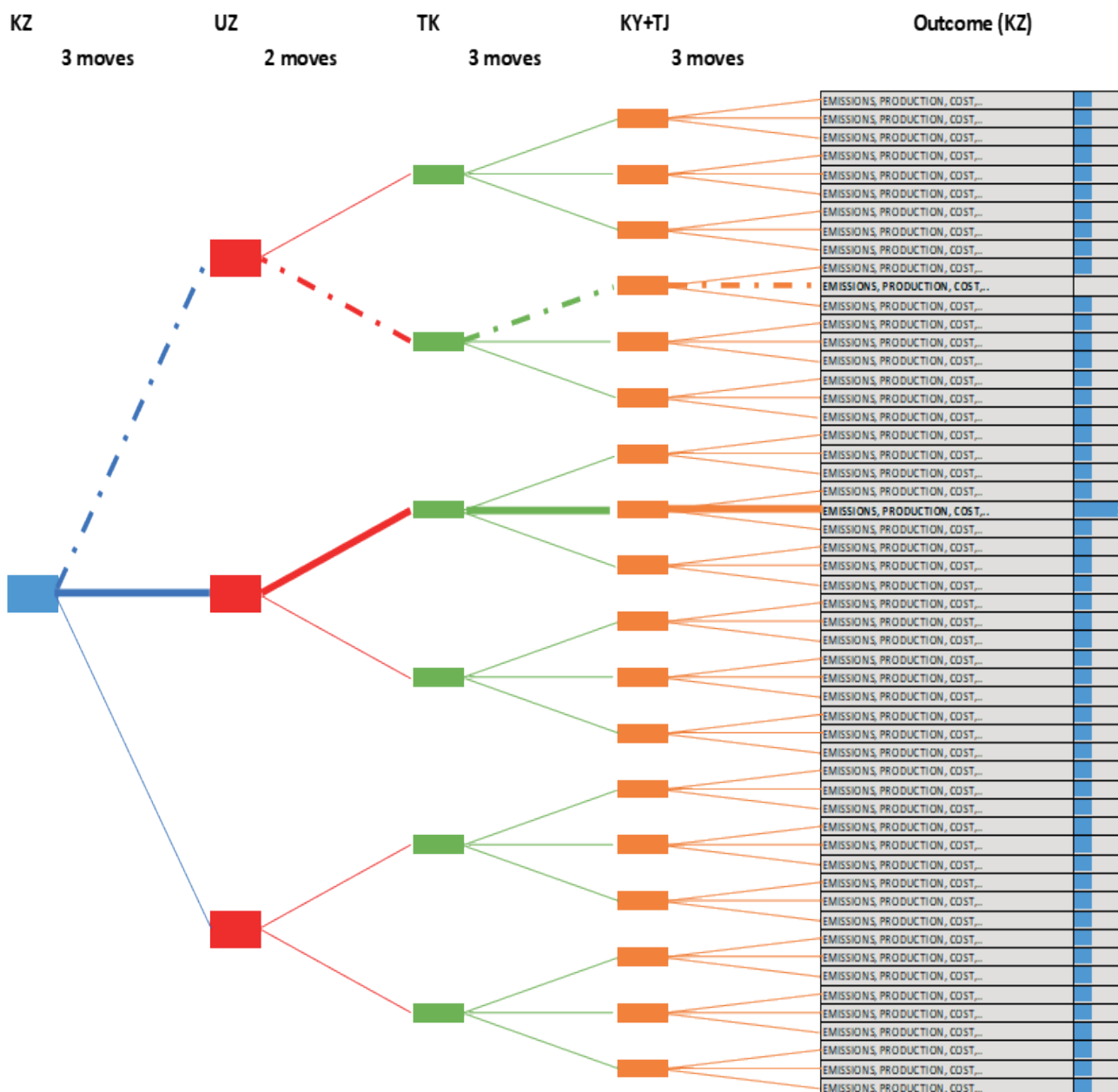


Рисунок 5.5 – Казахстан (KZ), Узбекистан (UZ), Туркменистан (TK), Кыргызстан + Таджикистан (KY + TJ), Центральная Азия (CA) [101].

Пунктирно-точечная линия: наиболее рискованно с точки зрения углеродной нейтральности; сплошная линия: вероятный успех при достижении углеродной нейтральности.

Emission, production, cost – выбросы, производство, стоимость

Узбекистан (2 стратегии, красный цвет)

Шаг 1: использование внутренних возобновляемых источников энергии и ядерной энергии для производства излишков электроэнергии в другие страны Центральной Азии (в частности, в Казахстан);

Шаг 2: отложенный переход на углеродную нейтральность, полагаться на импорт энергии без выбросов CO₂ (электричество, биотопливо, H₂) из других стран Центральной Азии.

Туркменистан (3 стратегии, зеленый цвет):

Шаг 1: энергетическая и климатическая автаркии (ограниченное сотрудничество в контексте Центральной Азии);

Шаг 2: массовое использование внутренних возобновляемых источников энергии (солнечная энергия с соответствующими резервными источниками) для производства электроэнергии для бытовых нужд и некоторого излишка для регионального рынка (в частности, для Казахстана);

Шаг 3: развитие отрасли / цепочки H₂, избыток голубого водорода (в сочетании с CCS) в другие страны Центральной Азии в обмен на электроэнергию (и в рамках переговоров о минимальных потоках воды).

Кыргызстан + Таджикистан (3 стратегии, оранжевый):

Шаг 1: увеличение внутреннего потребления (приоритет) и электрификация внутренней системы, ограничение избытка электроэнергии в Казахстане.

Шаг 2: отложенная электрификация внутри страны, больше электроэнергии доступно на экспорт (меньший поток воды ниже по течению, но больше гидроэнергии в Казахстан);

Шаг 3: избыток электроэнергии в другие южные страны (высокое внутреннее потребление и электрификация, а также значительное сокращение гидроэнергетики в Казахстане).

Связь воды и энергии

Бассейны рек Амударья и Сырдарья обеспечивают 90% речной воды региона. Ключевым вопросом является балансирование потребностей производства гидроэлектроэнергии (вверх по течению) и сельского хозяйства (вниз по течению) (с высоким спросом и ценами на электроэнергию зимой и высокими обязательствами спроса и объема воды весной/летом).



Источник: разработка автора.

Кроме того, ожидается, что нагрузка на водные ресурсы региона будет продолжать расти из-за изменения климата и дополнительных соглашений с другими странами (например, Пакистаном) о проектах и инфраструктурах, связанных с водой.

Сотрудничество по «хорошему/справедливому» распределению водных ресурсов в регионе, а также по устойчивому использованию гидроэнергетики ТД и КТ имеет основополагающее значение для удовлетворения множества противоположных потребностей и желаний, а также для обращения региона к декарбонизированному будущему.

Countnvolved: Kazakhstan, Kyrgyzstan, Tajikistan, Turkmenistan and Uzbekistan (others, indirectly)

В рамках недавнего мероприятия по взаимодействию с заинтересованными сторонами в этой области было создано первое региональное «сообщество сотрудничества» (названное «Форумом ЦАС») с целью собрать экспертов из Центральной Азии, обсудить горячие темы в области энергетики и климата, способствовать межгосударственный

диалог, обмен международным и местным опытом, выводами и материалами, а также организация опросов. Форум можно превратить в виртуальную «платформу» для координации действий и решений на региональном уровне в широкой и интегрированной области энергетики и климата.

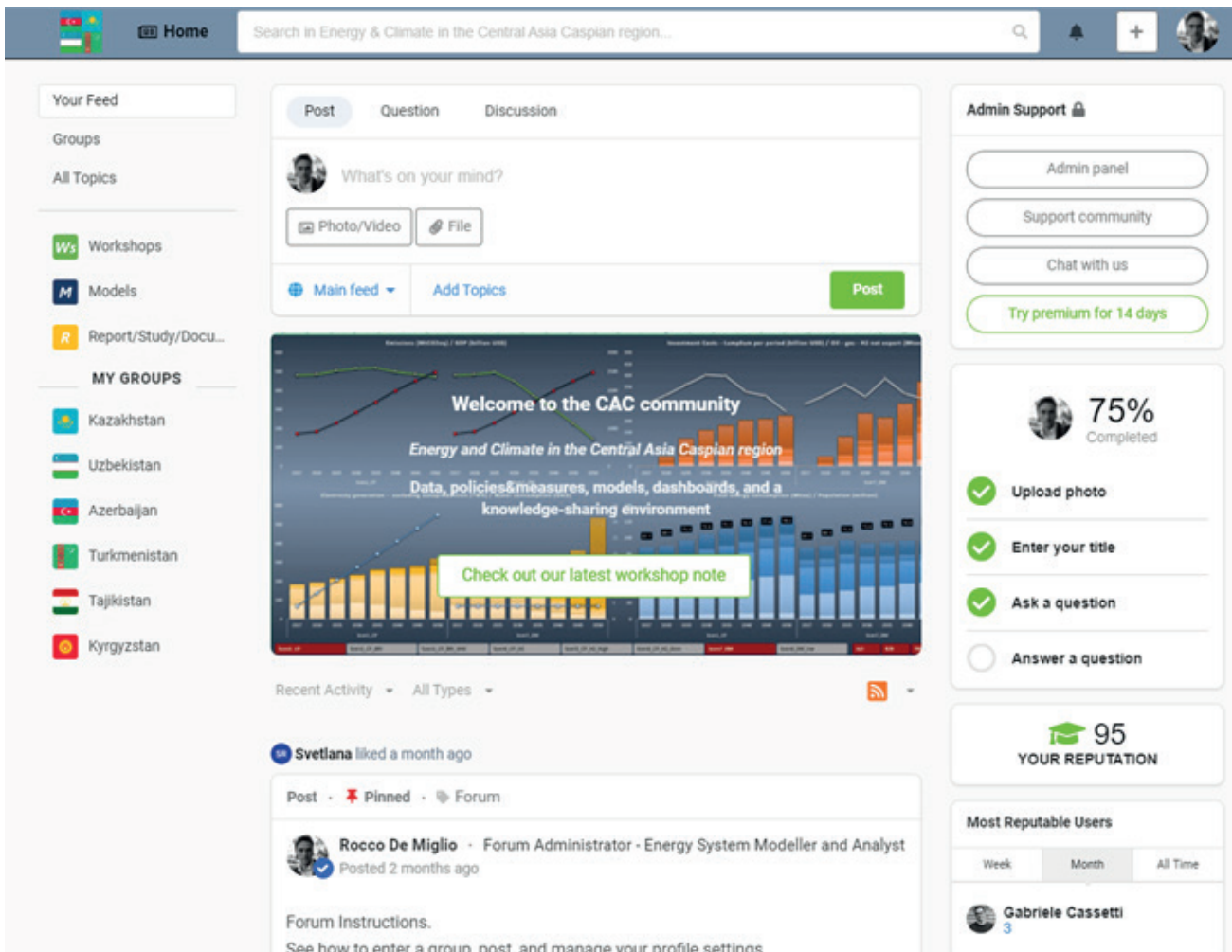


Рисунок 5.6 – Форум ЦАС [102]

Форум организован следующим образом:

- Одна общая группа: цель которой – обсудить региональные проблемы со всеми участниками и поделиться комментариями, идеями, материалами. Фактически это «домашняя страница» платформы.
- Группы стран: цель которых состоит в том, чтобы обсудить более специфические для страны вопросы

(не относящиеся к другим странам или немного более конфиденциальные). Здесь хранится информация и публикации по конкретной стране, доступ ограничен экспертами по конкретной стране и международными экспертами/моделистами.

- Модераторы также играют роль «спускового крючка», чтобы стимулировать обсуждение и обмен опытом.

Интегрированная энергетическая система Центральной Азии

Модель TIMES-CAC разработана как единая многорегиональная модель, основанная на четырех структурно согласованных и взаимосвязанных энергосистемах стран (Азербайджан, Казахстан, Туркменистан, Узбекистан) в сочетании с неявным представлением воды и гидроэнергетики из Таджикистана и Кыргызстана. Он охватывает период с 2017 г. (базовый год) – 2050 г. с целью анализа альтернативного развития региональной системы при различных сценариях в средне- и долгосрочной перспективе. Она описывает всю энергетическую цепочку (от добычи до конечного использования) с высокой способностью представлять технологии, варианты и меры смягчения, энергоэффективность и переключение топлива, чтобы покрыть большую часть выбросов парниковых газов, сообщаемых в национальных отчетах.

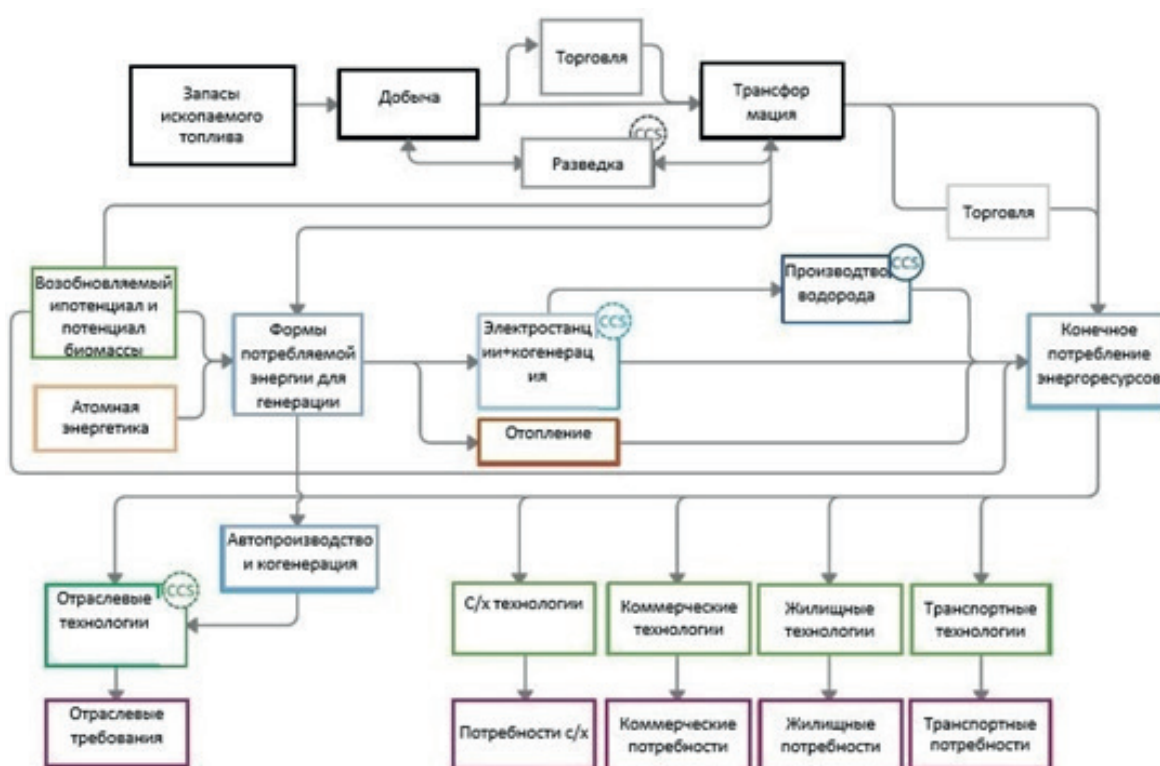


Рисунок 5.7

Модель использует парадигму частичного равновесия (на основе TIMES) и формулируется как задача линейного программирования со смешанным целым числом (MILP), т.к. некоторые переменные (размер «электростанций») ограничены целыми числами. Формулы целочисленного линейного программирования обеспечивают более точный инструмент для представления конкретных инвестиционных решений/установок за счет более высоких вычислительных затрат.

Чтобы смоделировать изменение во времени основных потребностей в энергии в течение года и изменение производства энергии из переменных ВИЭ, год был разделен на ряд «временных интервалов» (24: 4 сезона * 6 внутрисуточных интервалов) путем группировки часов со схожими характеристиками (нагрузкой). Текущее внутригодовое представление потоков позволяет лучше представить ключевые технологии: ветер, солнце, современные обогреватели, системы хранения, пиковые потребности и т.д.

Модель TIMES-CAC представляет сделки с остальным миром посредством экзогенно определенных кривых спроса и предложения (Азербайджан является связующим звеном региона на запад). Особое внимание уделяется торговле электроэнергией с Кыргызстаном и Таджикистаном (взаимосвязь воды и энергии), а также разработке нового международного «рынка» водорода (специально разработанного для тестирования совместных стратегий в регионе).

Ключевые данные, факторы сценария и результаты модели были недавно представлены и обсуждены в серии мероприятий по взаимодействию с заинтересованными сторонами с местными экспертами [103].

TIMES-CAC включает модель энергосистемы Казахстана, представленную в этом документе (как усовершенствованную версию модели, разработанной и используемой для Стратегии развития углеродной нейтральности в Казахстане).

5.5 Казахстан и Российская Федерация

Разработка международной климатической повестки может принести как возможности, так и риски для экономики России. Среди возможностей – возможность завоевать новые доли рынка за счет конкурентных преимуществ, связанных с низкой углеродоемкостью российских товаров [104] (особенно на рынках стран, не входящих в ЕС), и играть лидирующую роль в глобальном переходе; к числу рисков относятся возможные расходы по Европейскому механизму регулирования углеродных границ (СВАМ) [105] и возможный рост тарифов на тепло и электроэнергию для всех типов внутренних потребителей при передаче целевых показателей по глубокому смягчению/декарбонизации в национальную систему.

Энергетическая (а также экономическая и социальная) взаимозависимость между Россией и Казахстаном имеет исторические

корни, и ее можно хорошо понять, просто взглянув на электросеть и карты нефте- и газопроводов Казахстана (граница между странами является второй по длине непрерывной границей в мире). Обе страны должны иметь дело с критическими «характеристиками/проблемами», такими как высокий спрос на отопление, значимость тяжелой промышленности (горнодобывающая, нефтегазовая) в структуре экономики, потенциальные неэффективные активы [106], большие расстояния (риск потерь) и т.д.

В какой степени конкурентное поведение (или, с другой стороны, совместные действия) в энергетической и климатической областях может потенциально повлиять на переход энергоэкономической системы Казахстана, заслуживает тщательной оценки и, вероятно, будет иметь большое значение.



Рисунок 5.8 – Казахстан (KZ), Российская федерация (RF)

Основы долгосрочной энергетической и климатической политики в России

По оценкам, на Россию приходится около 35-40% от общего запаса углерода бореальных лесных экосистем мира. Согласно текущим официальным оценкам, российские леса (сектор ЗИЗЛХ) компенсируют 26,6% национальных выбросов парниковых газов [107].

Обладание огромными лесными запасами считается важнейшим естественным преимуществом России для будущей конкурентоспособности национальной экономики; на сегодняшний день реализация мер по эксплуатации и увеличению поглощения углерода лесными экосистемами является ключевым элементом политики страны.

Атомная энергетика считается первым вариантом декарбонизации электроэнергетики; это развитая отечественная отрасль, обеспечивающая полный цикл производства оборудования и строительства атомных электростанций, а также обеспечение их топливом. Местные эксперты ожидают снижения капитальных затрат на 15-20% из-за технологического обучения и перехода на быстрые реакторы с 2040 г. [2].

Большинство возобновляемых источников энергии (гидро-, ветровая, солнечная с более высокими коэффициентами мощности) расположены на севере и востоке России, вдали от центров нагрузки (80% потребности в электроэнергии в настоящее время приходится на европейскую часть страны), и поэтому массовое распространение возобновляемых источников энергии обычно связано с более высокими затратами и требует строительства очень протяженных высоковольтных линий электропередачи (тысячи км).

В июле 2021 года президент подписал закон, ограничивающий выбросы парниковых газов, чтобы обязать предприятия (чья работа производит большое количество выбросов) регистрировать и контролировать выбросы в соответствии с конкретными целевыми показателями.

В августе 2021 года Российская концепция развития водородной экономики вышла с некоторыми указаниями на роль водорода в ближайшие годы:

- водород рассматривается как «инструмент хеджирования», который может помочь снизить углеродоемкость российского экспорта с учетом того, что трансграничные углеродные механизмы (например, СВА) будут внедрены в других странах (ЕС);

- что касается бытового использования, водород особенно перспективен для регионов Крайнего Севера, улучшая их доступ к низкоуглеродной энергии;

- Россия в первую очередь делает ставку на водород, используя природный газ и уголь с CCUS, а также на ядерную энергию.

- Россия планирует создать и развивать «три» кластера по производству водорода: Северо-Западный – для экспорта в ЕС; Восточный для азиатского экспорта и арктический кластер для внутреннего потребления в регионах Крайнего Севера и / или экспорта. Возможно, будет развиваться Южный кластер (представляет интерес для Казахстана).

- Россия планирует разработать единую международную систему классификации водорода, которая будет включать оценку углеродного следа при использовании каждой из доступных технологий производства водорода.

(Упрощенная) версия региональной «стратегической игры» в свете видения нулевого уровня выбросов парниковых газов для Казахстана представлена и проиллюстрирована ниже (в формате расширенного дерева). Здесь два игрока принимаются во внимание с помощью ряда ходов / стратегий для каждого игрока (представляющих возможные приоритеты и варианты выбора для

конкретной страны), комбинация которых, как ожидается, приведет к очень разным результатам для Казахстана. Интеграция различных государственных стратегий выявляет риски и возможности для Казахстана в отношении экономических / социальных показателей, а также климатических амбиций страны.

Казахстан (3 примерные стратегии, голубой)

Шаг 1: немедленно присоединиться к «гонке до нуля» (массовые инвестиции в чистую энергию и модернизацию тяжелой промышленности в соответствии с международными стандартами наилучших доступных технологий (СВАМ));

Шаг 2: отложить переход и полагаться на импорт энергии без выбросов CO₂ (электричество, биотопливо, H₂) из других стран региона (безбилетный режим), а также на разработки технологий / стандартов из соседних стран.

Шаг 3: план в области энергетики и климата, вдохновленный российскими принципами (например, атомная энергия, лесонасаждение 3), стандартами (например, энергоемкость на единицу продукции), практикой (например, сжигание попутного газа).

Российская Федерация (2 примерные стратегии, красный / синий)

Шаг 1: текущие приоритеты (секвестрация углерода и ядерная энергия);

Шаг 2: гораздо более широкое использование возобновляемых источников энергии, водорода и строительство линий электропередачи высокого напряжения и межгосударственных «коридоров».

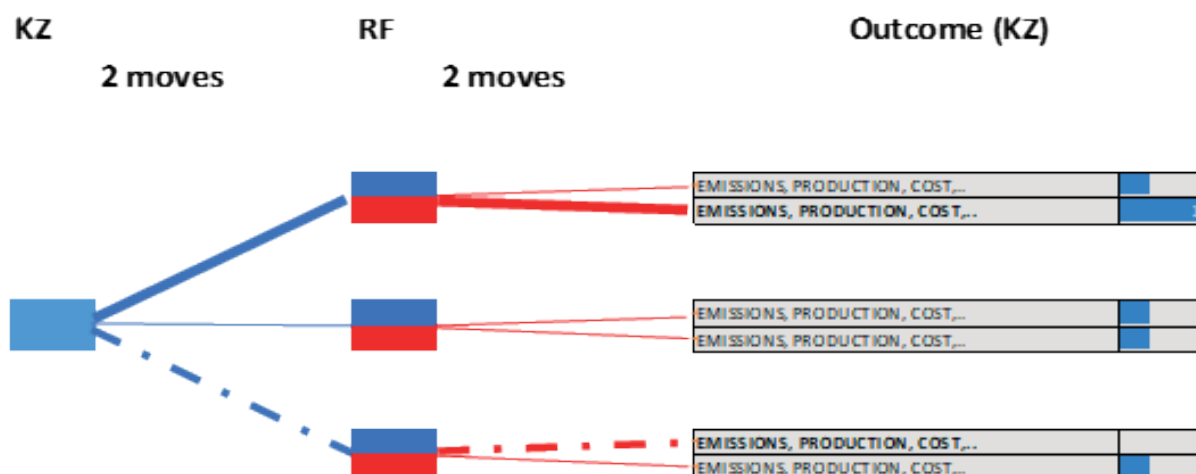


Рисунок 5.9 – Казахстан (KZ), Российская Федерация (RF).

Пунктирно-точечная линия: наиболее рискованно с точки зрения углеродной нейтральности; сплошная линия: вероятный успех при достижении углеродной нейтральности.

Emissions, production, cost – выбросы, производство, стоимость

5.6 Казахстан и Китай

Вероятно, объявление Китая о планируемом достижении нулевого уровня выбросов к 2060 году (даже в большей степени, чем эквивалентное обязательство ЕС к 2050 году) сыграло роль спускового механизма для видения углеродного нейтралитета Казахстана.

На долю Китая приходится около 26% от глобальных выбросов парниковых газов (Climate Gap Report, 2020). Текущая политика и действующие цели имеют

потенциал для достижения Китаем целевого показателя номинальной проектной мощности (NDC) (снижение интенсивности выбросов ВВП на 65% по сравнению с 2005 годом) и достижения максимального уровня выбросов в период между 2030 и 2040 гг [108]. Но необходимы значительные дополнительные усилия для того, чтобы привести путь NDC к нулевым результатам после 2035–2040 годов, в частности, в энергетическом секторе, промышленности и транспорте.

³⁸ По причине высокого уровня статистических данных и неопределенности в отношении воздействия на политику, некоторая координация / сотрудничество по стандартам, методам, практике и методам измерения потенциального поглотителя углерода в области ЗИЗЛХ также будет очень важной.

Основы достижения углеродной нейтральности в Китае

Несмотря на то, что пока не имеется четкой и официальной модели и точного механизма для достижения цели углеродной нейтральности, ряд исследований [1] и упражнений по моделированию (и реальных физических проектов в Китае), предполагают, что:

- с 2050 года и далее в энергетическом секторе будут доминировать возобновляемые источники и атомная энергия;
- электрификация энергетических услуг в строительном секторе (в сочетании с «умными» технологиями) рассматривается как один из фундаментальных шагов для достижения цели;
- электричество, биотопливо и водород, как считается, способствуют развитию низкоуглеродного транспортного сектора в сочетании с «умными» транспортными системами (предоставление инновационных услуг для различных видов транспорта);
- высокие темпы электрификации в современной промышленной деятельности и широкое использование водорода и биомассы (с CCS) для промышленного технологического тепла (вместо угля и природного газа) являются ключевыми.

Не принимая во внимание амбиции в достижении углеродного нейтралитета, нужно посчитать за факт то, что в настоящее время Китай стал одной из ведущих стран в разработке и производстве «чистых» технологий и, следовательно, будет играть ключевую роль в глобальном вызове декарбонизация энергетического сектора (с потенциально огромными экономическими конкурентными преимуществами).

Разговоры о внедрении внутреннего «СВА-подобного» механизма (против углеродоемких импортных товаров) находятся на начальной этапе.



Рисунок 5.10 Казахстан (KZ), Китай (PRC)

Степень синергии или конкуренции Казахстана и его целей по достижению нулевых выбросов парниковых газов и аналогичной целью Китая является сложной и многогранной проблемой. В данном параграфе кратко представлено возможное пространство сотрудничества в рамках китайской инициативы «Зеленый «Один пояс – один путь» [109]. Инициатива «Один пояс – один

путь» [110] — это комплексная трансконтинентальная долгосрочная политическая и инвестиционная программа Китая (2013 г.). Ее цель – развитие инфраструктуры и ускорение экономической интеграции стран вдоль маршрута (ов) исторического Шелкового пути (Экономический пояс Шелкового пути (наземные маршруты), включающий шесть коридоров развития).



Рисунок 5.11 – «Теория Бриджланда»

Данную инициативу можно считать спорной, смесью возможностей и рисков. Она может принести региону значительную сумму (десятки миллиардов долларов США), в настоящее время большая часть которых направляется в нефтегазовый сектор и (тяжелую) промышленность, и поэтому инициативу можно рассматривать как возможность модернизации устаревшей и неэффективной инфраструктуры стран Центральной Азии и, в частности, Казахстана [111]. В то же время в отсутствие должного контроля такая возможность может быть «превращена» в программу перемещения предприятий тяжелой промышленности из Китая в Казахстан, что окажет очень негативное влияние на амбиции по снижению выбросов парниковых газов.

В последнее время все больше внимания уделяется выражению «Зеленый «Один пояс – один путь», а именно интерпретации программы через призму устойчивого развития. Идея заключается в инвестировании / строительстве / финансировании только тех проектов, которые

связаны с экологией (возобновляемые источники энергии, передающие сети, современные железные дороги, водород), чтобы «объединить» зеленое развитие Китая с зеленым развитием остальных регионов на протяжении всей территории экономических коридоров. В рамках описанной выше структуры с использованием двух отдельных исследовательских анализов (для Китая и для Центральной Азии / Казахстана) и соответствующих ключевых элементов и результатов возникла возможная структура сотрудничества. Ключевыми принципами такого кооперативного поведения являются следующие:

- в случае перехода Китая к нулевым выбросам будет получено «дополнительное производство водорода» в результате анализа (вызванного огромным проникновением ветра) в долгосрочной перспективе, особенно в западных регионах (которые граничат с Казахстаном),;
- такое количество водорода можно рассматривать как «избыток» формы энергии, не содержащей CO₂, которая

не может способствовать внутреннему (дальнейшему) сокращению выбросов парниковых газов, и поэтому потенциально может использоваться для снабжения соседних регионов (Казахстан);

- в рамках проектов «Один пояс – один путь» такой избыток водорода может играть роль «зеленого производителя» китайских экзитивных инвестиций в энергетические системы региона, тем самым повышая «привлекательность» зарубежных проектов. в стране;
- «заминка» между сроками и направлениями китайского плана декарбонизации (объявленного публично) и возможных/будущих планов декарбонизации Казахстана [112] может

создать условия для стимулирования и облегчения использования чистой энергии в стране (участие «зайцем») [113], поскольку это продемонстрировано профилем «Смягчение отрицательных последствий» в белой области рисунка ниже.

Количественный анализ (проведенный для другого исследования [114]) описанной выше сюжетной линии показывает, что потенциал смягчения последствий этого энергоснабжения без выбросов CO₂, от Китая до Казахстана (в основном, используемых для транспортных и промышленных процессов), эквивалентен сокращению, необходимому для удовлетворения цель NDC страны в долгосрочной перспективе.

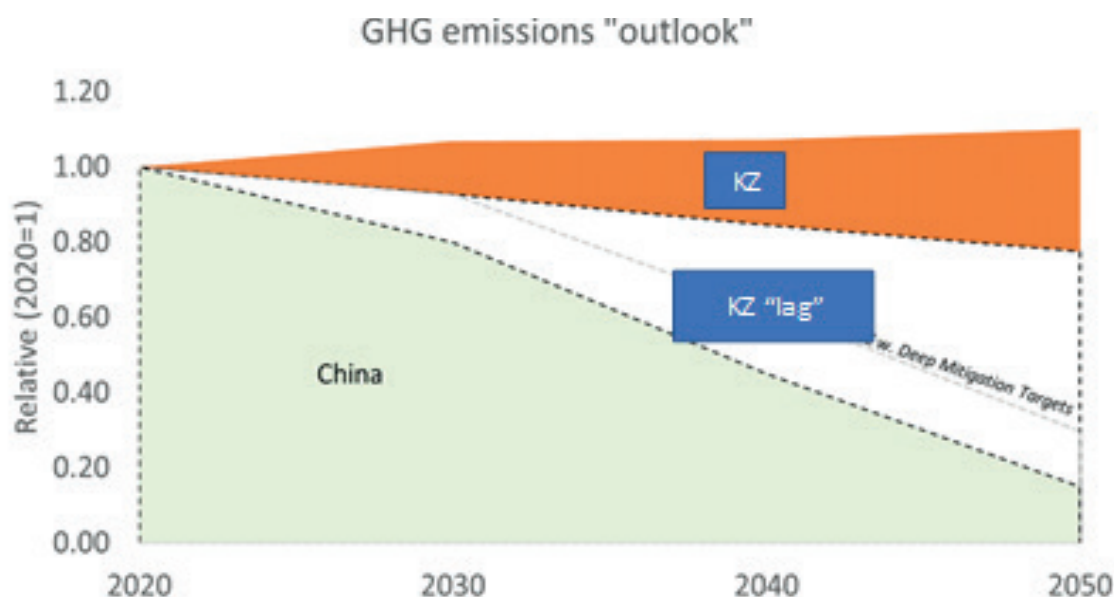


Рисунок 5.12 – «Прогноз» выбросов парниковых газов

(Упрощенная) версия региональной «стратегической игры» в свете видения нулевого уровня выбросов парниковых газов для Казахстана представлена и проиллюстрирована ниже (в формате расширенного дерева). Здесь два игрока принимаются во внимание с помощью ряда ходов / стратегий для каждого игрока (представляющих возможные

приоритеты и варианты выбора для конкретной страны), комбинация которых, как ожидается, приведет к очень разным результатам для Казахстана. Интеграция различных страновых стратегий выявляет риски и возможности для Казахстана в отношении экономических / социальных показателей, а также климатических амбиций страны.

Казахстан (3 стратегии, голубой)

Шаг 1: немедленно присоединиться к «гонке до нуля» (массовые инвестиции в чистую энергию и модернизацию тяжелой промышленности в соответствии с международными стандартами наилучших доступных технологий (СВАМ));

Шаг 2: отложить переход и полагаться на импорт энергии без выбросов CO₂ (электричество, биотопливо, H₂) из других стран региона (безбилетный режим), а также на разработки технологий / стандартов из соседних стран.

Шаг 3: развитие отрасли / цепочки H₂, производство излишков голубого водорода (в сочетании с CCS) для экспорта в Китай (Запад) в обмен на технологии и модернизация промышленного сектора (для сохранения существующей экономической структуры (за исключением нефтегазовой отрасли в связи со снижением международного спроса)).

Китай (2 стратегии, желтый / красный)

Шаг 1: отложенный переход к климатически нейтральной экономике (отложенное образование потенциальных излишков), более стандартное развитие проектов «Один пояс – один путь» в Казахстане) [115];

Шаг 2: скорейшее использование возобновляемых источников энергии (и излишков водорода) для удовлетворения внутренних амбиций до 2060 года и массовые инвестиции в «Зеленый «Один пояс – один путь» [116] (стандарт и принципы в соответствии с целевым показателем 1,5 градуса).

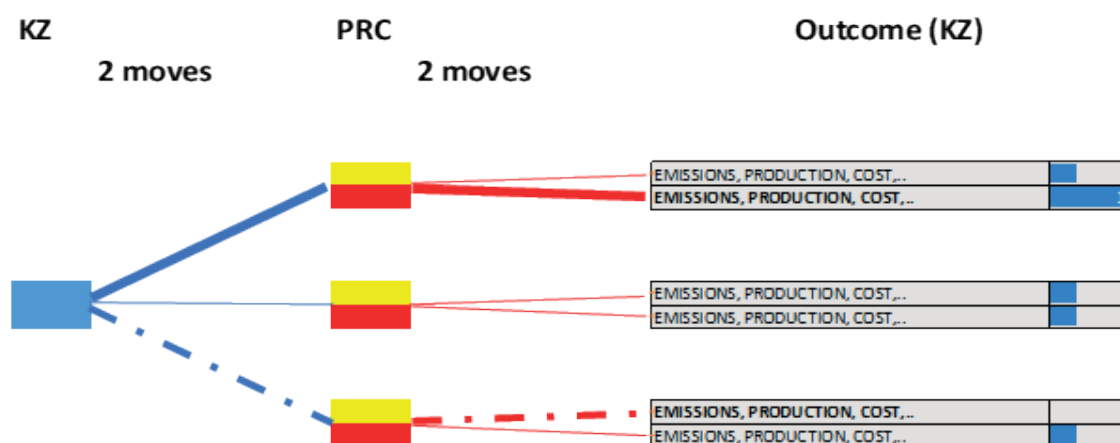


Рисунок 5.13 – Казахстан (KZ), Китай (PRC).

Пунктирно-точечная линия: наиболее рискованно с точки зрения углеродной нейтральности; сплошная линия: вероятный успех при достижении углеродной нейтральности.

Emissions, production, cost – выбросы, производство, стоимость

5.7 Казахстан и другие (западные) игроки (фокус на ЕС)

Европейский Союз стремится стать климатически нейтральным – экономикой с нулевыми выбросами парниковых газов – к 2050 году. Эта цель лежит в основе европейской зеленой политики и соответствует приверженности ЕС глобальным действиям в области климата в соответствии с Парижским соглашением. Переход к климатически нейтральному обществу считается как неотложной задачей, так и возможностью построить лучшее будущее для всех, и все секторы

общества и экономики призваны играть важную роль: от энергетического сектора до промышленности, мобильности, зданий, сельского и лесного хозяйства [117].

ЕС намерен взять на себя «ведущую роль» в деятельности по климатической политике среди крупнейших в мире источников выбросов парниковых газов, и поэтому его можно рассматривать как «ориентир» для всех других игроков с аналогичными амбициями.

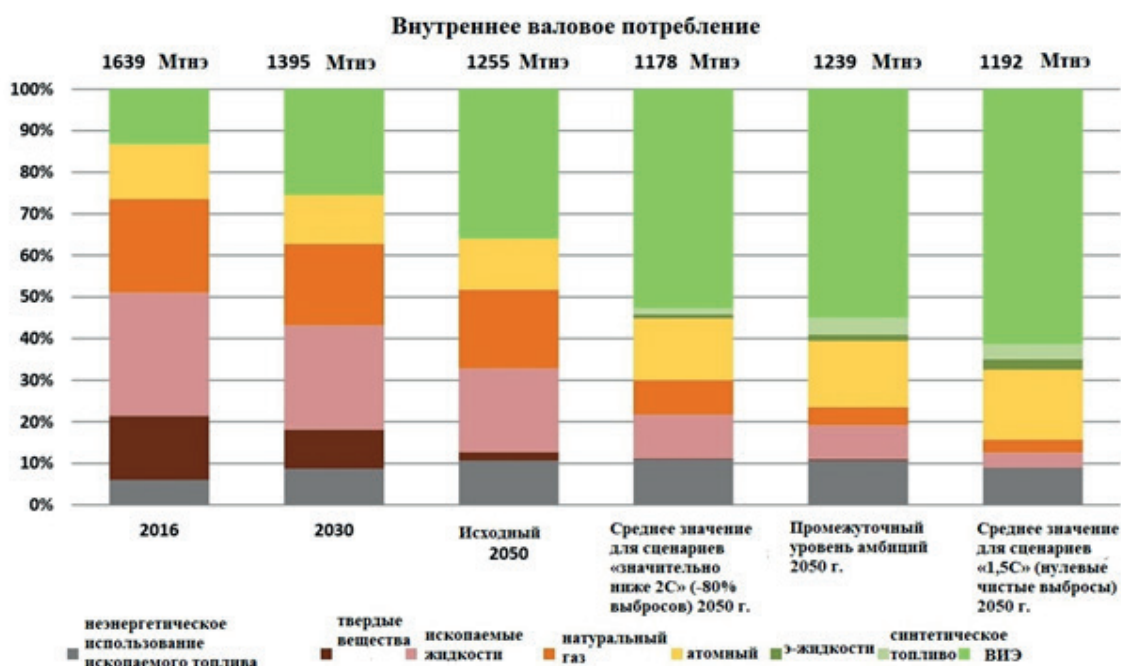


Рисунок 5.14 – Казахстан на карте

Посредством предлагаемой новой программы ЕС «SECCA» (начало которой ожидается в конце 2021 года), ЕС стремится продвигать более устойчивый энергетический баланс в регионе Центральной Азии в соответствии с «передовой практикой». Поддержка ЕС устойчивой энергетической связности в Центральной Азии (SECCA), основанная на опыте программы INOGATE и последней программы EU4Energy, будет работать через ряд мероприятий для

достижения конкретных результатов для укрепления общественного потенциала (институционального, человеческого и нормативного, финансового), повышать осведомленность, улучшать данные и моделирование, улучшать идентификацию проектов, пригодных для банков, и стимулировать региональное сотрудничество, в конечном итоге закладывая основу для подключения.

Видение Европейской комиссии климатически нейтрального ЕС было подготовлено в конце 2018 года (в марте 2020 года ЕС предложил первый Европейский климатический закон), основанное на изучении и анализе нескольких путей перехода. Это видение соответствует цели Парижского соглашения - удерживать повышение глобальной температуры на уровне значительно ниже 2 ° С и прилагать усилия, чтобы удерживать его на уровне 1,5 ° С.



Топливная смесь в валовом внутреннем потреблении

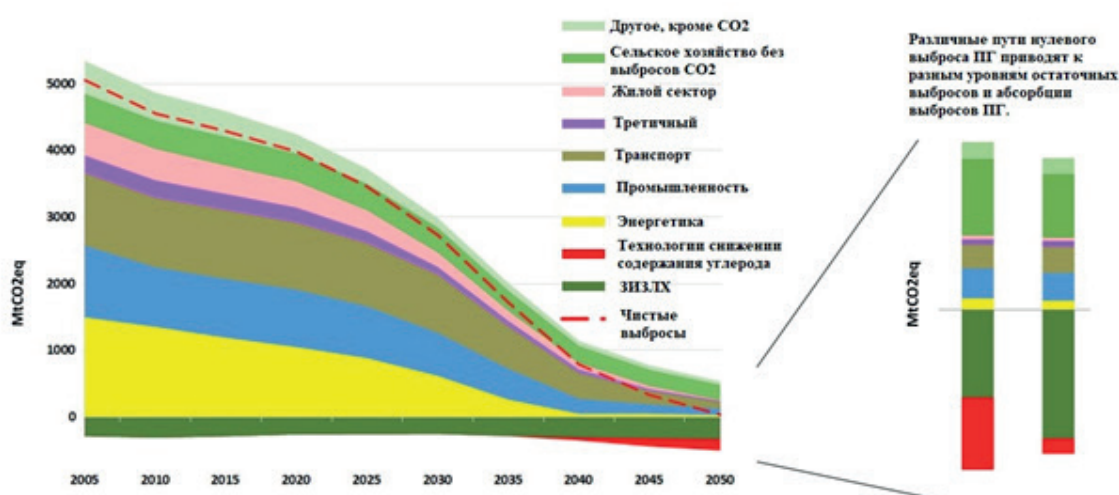


Рисунок 5.15 - Траектория выбросов парниковых газов в сценарии 15 ° С

Основные моменты (пища для размышлений для Казахстана и других игроков):

- массовые инвестиции/имплементация возобновляемых источников энергии, электрификация конечных пользователей;
- отказ от твердого топлива, практически нулевое использование нефтепродуктов на транспорте;

ЕС может стать лидером, инвестируя в реалистичные технологические решения, расширяя возможности граждан и согласовывая действия в таких ключевых областях, как промышленная политика, финансы и исследования, обеспечивая при этом социальную справедливость для справедливого перехода.

В рамках процесса международного сотрудничества будет создан Центр устойчивой энергетики ЕС-Центральная Азия (в рамках проекта SECCA). Данный Центр будет способствовать региональному сотрудничеству и гармонизации подходов ЕС к энергоэффективности и использованию возобновляемых источников энергии, методологическим и нормативным стандартам, технологиям и гендерным вопросам, а также будет способствовать финансированию инвестиционных проектов.

5.8 Казахстан и все: цифровизация

Недавно, по оценке Climate Action Tracker, климатическая политика, проводимая во всем мире в настоящее время (лето 2021 года), включая воздействие пандемии, приведет к повышению температуры на 2,9° С к концу века. Несмотря на заявленные обязательства многих игроков, может оказаться, что разрабатываемые пакеты политик не смогут достичь целевых показателей нулевого уровня.

В этом контексте и в соответствии с концепцией социальной «ответственности» [118] введение инструментов, связанных с поведением, таких как «персональная квота на выбросы углерода» (PCAs) в качестве дополнительной меры по смягчению последствий, вновь привлекло внимание в некоторых странах. Короче говоря,

За пределами ЕС недавняя инициатива G7 под названием «Build Back Better World» («ВЗВ») провозглашает цель стран G7 обеспечить альтернативу инициативе «Один пояс – один путь» для зеленого и устойчивого развития в развивающихся странах. Партнеры G7 соглашаются предоставить и мобилизовать финансирование для закрытия инфраструктурного дефицита в размере 40 триллионов долларов США на основе согласованных многосторонних стандартов и согласования исходящих инвестиций с Парижским соглашением. Общая цель инициативы фактически определяется как развитие глобальной инфраструктуры для «зеленого роста» (ценности и критерии, связанные с климатом, цифровыми технологиями, равенством, прозрачностью).

такие типы схем нацелены (в своей базовой конструкции) на увязку личных действий с целями сокращения выбросов посредством введения торгуемых (личных) квот на выбросы углерода, которые могут быть «потрачены» на транспорт, отопление помещений, услуги электроснабжения и которые могут быть проданными/купленными в рыночной среде в случае профицита/дефицита. Инструменты, подобные вышеупомянутому, предназначены для создания прямого и ощутимого «стимула» к более добродетельному энергетическому поведению и сокращению выбросов.

Цифровизация и недавнее развитие технологий больших данных и искусственного интеллекта могут обеспечить основу для практической

реализации такой меры. Более того, опыт отслеживания приложений во время пандемии COVID-19, вероятно, преодолел «психологический барьер» и заставил людей более охотно соглашаться [119] на отслеживание поведения, связанного с частными и общественными благами (общим благом).

Климатически амбициозные технологически развитые страны с большей вероятностью преуспеют в аналогичных попытках (США, ЕС) и сыграют роль пионеров в этой области. В то же время страны с высокой долей молодого населения и высокой цифровой

грамотностью (Индия) или крупные производители ИТ-устройств (Китай) могут разрабатывать инновационные инструменты/стандарты/игры с той же целью для конкретных социальных и географических регионов.

Таким образом, сотрудничество в рамках ИТ и цифровых технологий потенциально открыто на 360 градусов для Казахстана, который может охватить лучшие практики из всего зарубежного опыта и обработать, адаптировать, улучшить подходы для возможного внутреннего использования и получения выгоды (в свете цели углеродной нейтральности).

5.9 Основные выводы

В заключение этого короткого эссе о вероятных возможностях «сотрудничества» с ключевыми региональными и международными игроками с учетом нулевого перехода Казахстана можно добавить еще несколько количественных соображений и информации.

Как было сказано в самом начале данной главы, сотрудничество обычно относится к политическим и институциональным механизмам, которые субъекты региона используют для «воображения и планирования совместного развития», одновременно продвигая национальные интересы. Таким образом, сотрудничество является стратегическим элементом / активом, который может быть разработан для достижения нескольких (иногда противоречащих друг другу) целей при соблюдении ряда условий, информации и действий всех других вовлеченных сторон, которые необходимо принимать во внимание и исследовать.

Помимо синергии в политике и целях страны (представленных выше), количественный показатель «инновационного потенциала» соответствующих страновых игроков, связанный со стратегическими энергетическими технологиями, представлен ниже, чтобы помочь Казахстану ориентироваться в пространстве с возможностями полезного сотрудничества.

Количество патентов является стабильным и часто используемым показателем для описания абсолютного инновационного потенциала и силы страны, поскольку оно обеспечивает доказательство новизны продукта/процесса, которое отражает знания, возможности и надежность, без предвзятости личного мнения или идеализированные ожидания. На основе исследования (отчета о политике) [120], проведенного в рамках проекта, финансируемого ЕС [121], представлены основные выводы о технологических

«ноу-хау» ключевых стран. Данные были взяты из Европейского патентного ведомства: Global Patent Index (EPO GPI); диаграммы показывают количество и соотношение патентов по странам и категориям ключевых технологий.

Лица, принимающие решения в Казахстане, могут использовать этот

(и аналогичные KPI), чтобы изучить возможности для (технологического) сотрудничества для гипотетического достижения нулевых выбросов в 2060 году в соответствии с национальными приоритетами и наиболее многообещающими выявленными национальными технологиями.

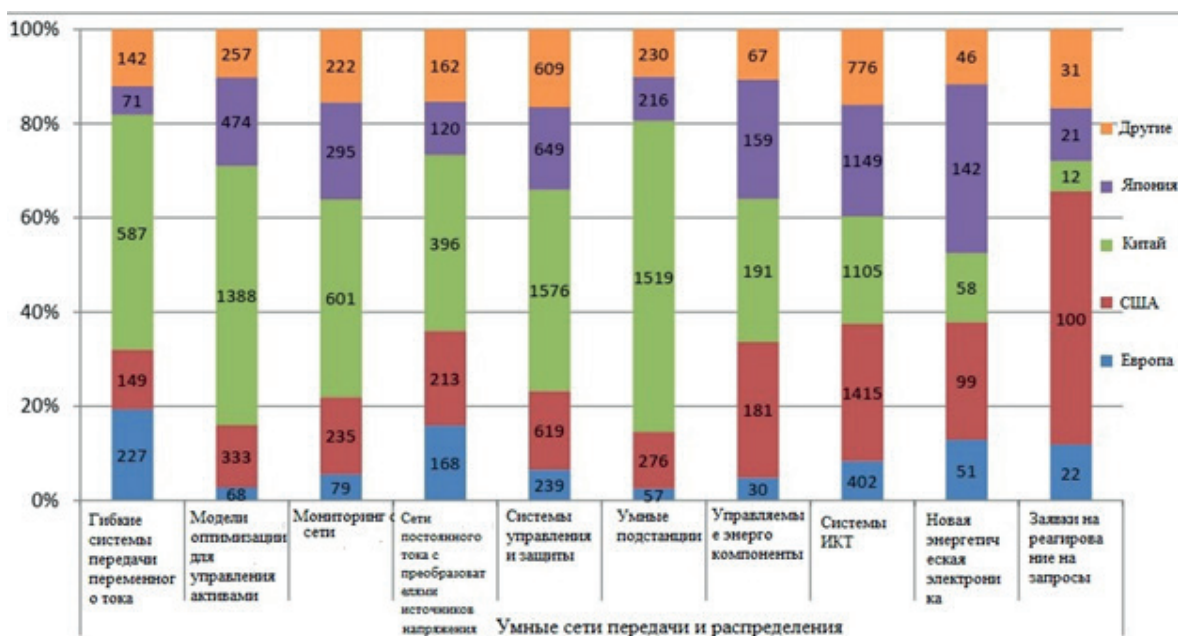


Рисунок 5.16

Топ-3 промышленных игроков (по количеству патентов): Грид-сетевые системы

1. GEN ELECTRIC, США
2. ITRON INC, США
3. HONEYWELL INT INC, США

3 ведущих промышленных игрока (по количеству патентов): Приложения, отвечающие спросу

- 1 Toshiba, Япония
- 2 Schneider Electric, Франция
- 3 Emerson Electric, США

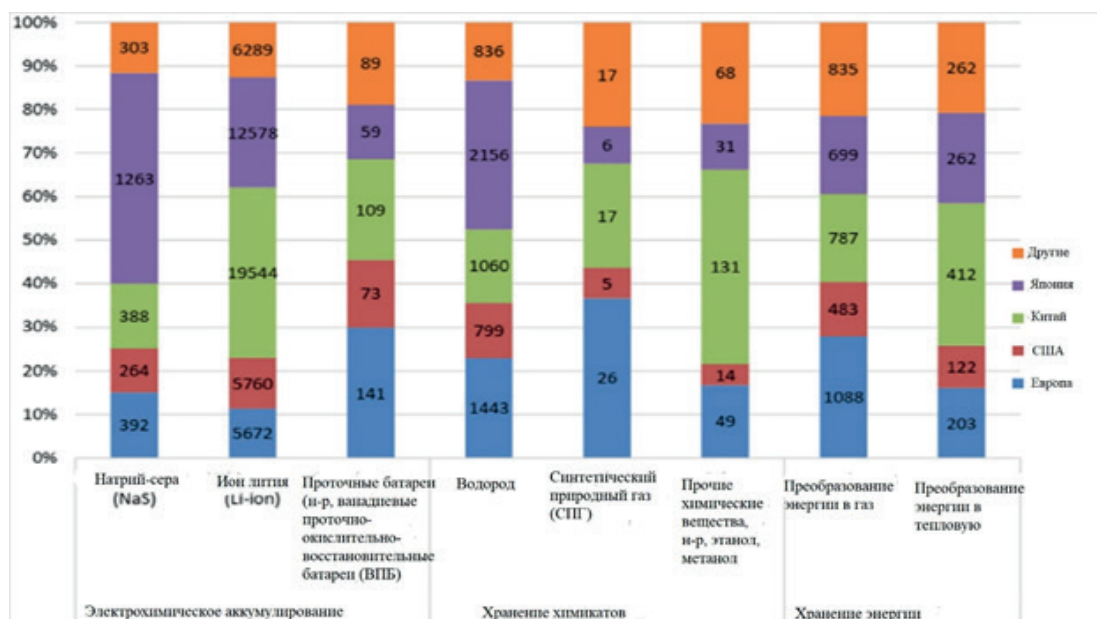


Рисунок 5.17

В области крупномасштабных аккумуляторов энергии Япония занимает первое место в рейтинге по количеству патентов (рис. III-IX) на крупногабаритные батареи и водород благодаря деятельности двух ведущих компаний: Panasonic и Hitachi – пионера литий-ионных аккумуляторов для автомобилей. Китай опубликовал больше всего патентов на сжатый воздух.

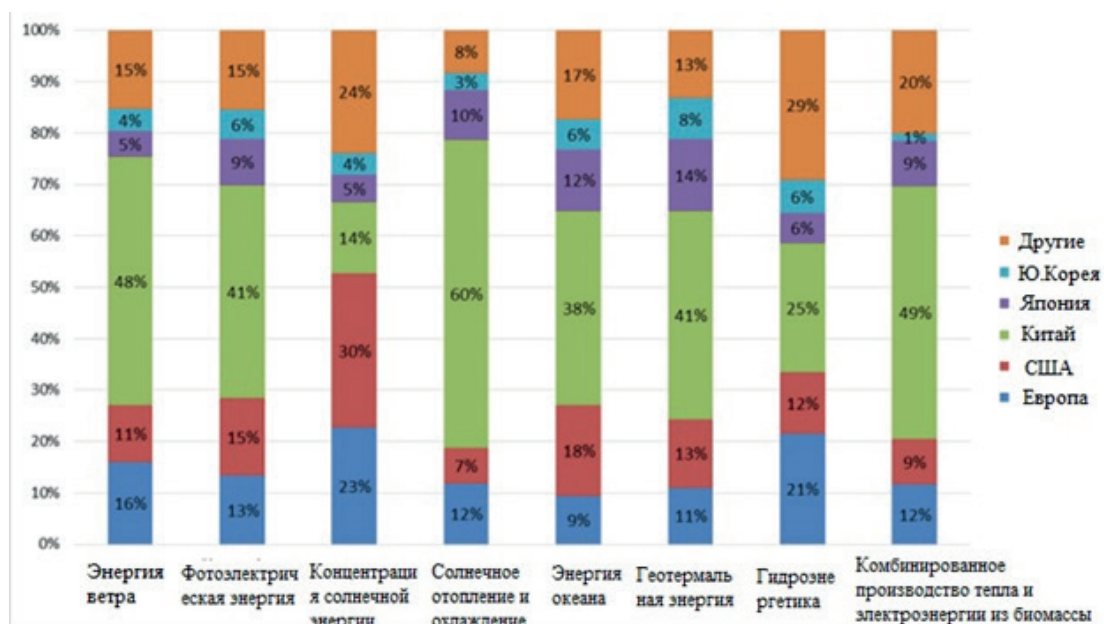


Рисунок 5.18

Топ-3 промышленных игроков (по количеству патентов): Ветроэнергетика

1. WOBEN ALOYS, EC
2. VESTAS WIND SYS AS, EC
3. GEN ELECTRIC, США

Топ-3 промышленных игроков (по количеству патентов): Фотоэлектрическая энергия

1. CANON KK, Япония
2. COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE, ЕС
3. DU PONT, США



Рисунок 5.19

Топ-3 промышленных игроков (по количеству патентов): CCS-технология

1. ALSTOM TECHNOLOGY LTD, ЕС
2. CALERA CORP, США
3. GEN ELECTRIC, США

КВАСЕНКОВ ОЛЕГ ИВАНОВИЧ (Россия) входит в десятку лучших по Нетрадиционным ископаемым видам топлива.

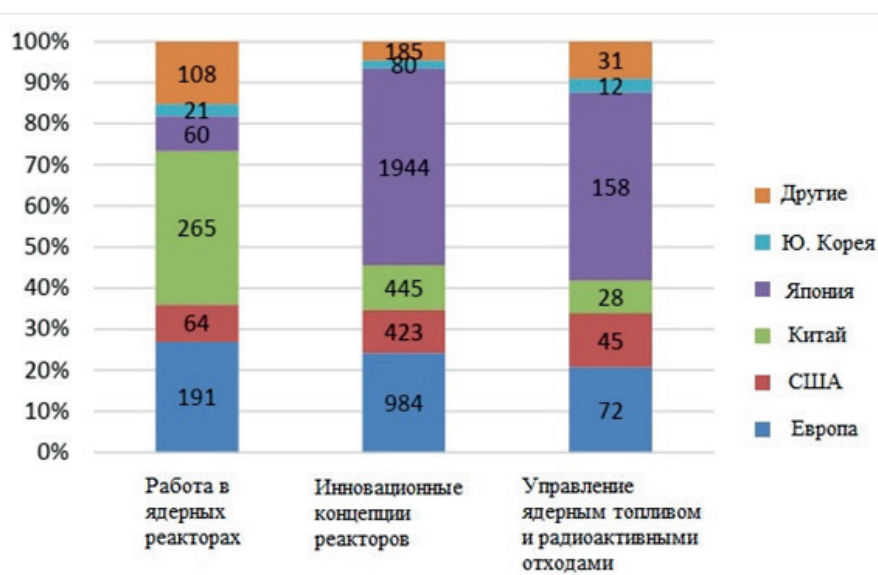


Рисунок 5.20

Топ-3 промышленных игроков (по количеству патентов): Атомные реакторы

1. Areva, ЕС
2. Westinghouse –GE, США
3. Atomstroyexport, РФ

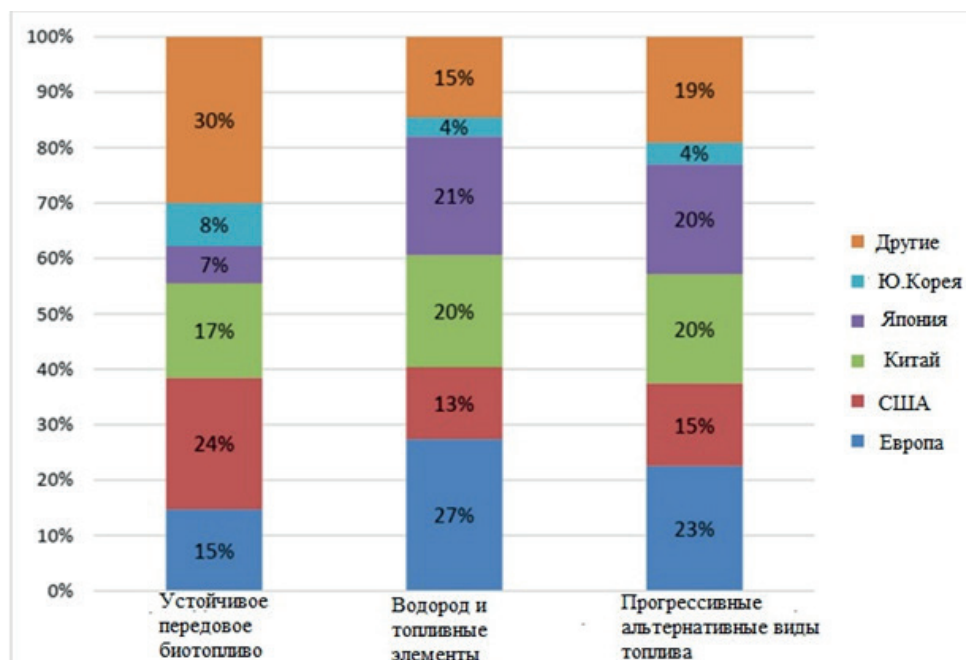


Рисунок 5.21

Топ-3 промышленных игроков (по количеству патентов): Водород и Топливные элементы.

1. MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD, Япония
2. SIEMENS AG, ЕС
3. HITACHI LTD, Япония

Топ-3 промышленных игроков (по количеству патентов): Продвинутое виды альтернативного топлива

1. ALSTOM TECHNOLOGY LTD, ЕС
2. ASHLAND OIL INC, США
3. SNAM PROGETTI, ЕС

Резюме

В декабре 2020 года Президент Республики Казахстан г-н Токаев объявил, что к 2060 году Казахстан станет углеродно-нейтральным. Доклад «Путь Казахстана к нулевым выбросам парниковых газов» является одной из первых попыток понять, как достичь этой амбициозной цели.

Около 80% выбросов парниковых газов приходится на производство энергии. Основным источником энергии в республике является уголь. Производство электроэнергии и централизованная система отопления в основном

базируются на сжигании угля. Рост населения приведет к дальнейшему увеличению спроса на энергию. Способ отхода от угольной энергетики Казахстана может быть интересен другим странам в контексте прошедшей 26-й Конференции ООН по изменению климата в г. Глазго.

Команда авторов имеет разнонаправленное образование и опыт работы, они являются местными и международными экспертами в области расчета выбросов парниковых газов и принятия мер по их снижению.

Изменение климата

Изменение климата представляется в Казахстане неизбежным. В течение следующих 25 лет температура поднимется на 2–3 градуса выше среднего показателя за 1980–2004 годы. Далее в ближайшие 50 лет температура поднимется на 5–6 градусов по Цельсию. На севере повышение температуры будет выше, чем в Южном Казахстане.

Объем атмосферных осадков останется примерно на том же уровне, что и сейчас. Однако большинство климатических моделей, используемых в данном отчете, демонстрируют значительное сокращение

летних осадков в сценарии с высоким уровнем выбросов парниковых газов.

Таяние ледников приведет к сокращению запасов воды и, как следствие, нехватке электроэнергии в соседних Кыргызстане и Узбекистане, так как эти страны зависят от гидроэлектростанций. В результате ожидается нехватка электроэнергии и воды для сельскохозяйственных нужд как в этих странах, так и в Южном Казахстане. Таким образом, изменение климата в регионе Центральной Азии негативно повлияет на запасы воды и продовольственную безопасность.

Сельское хозяйство

Выбросы парниковых газов, вырабатываемые пахотными землями в Казахстане, значительно выросли, добавив почти 10% или 35 миллионов тонн CO₂ к общему объему выбросов

парниковых газов по республике. Такое увеличение вызвано отсутствием севооборота, недостатком удобрений и других сельскохозяйственных технологий для поддержания продуктивности почв.

Площадь пахотных земель в Казахстане составляет от 20 до 25 миллионов гектаров.

Введение «углеродного налога» кажется единственно эффективной мерой для предотвращения сокращения гумуса в почве пахотных земель, которое происходит со скоростью около 1% в год. Иные варианты потребуют больших инвестиций, в основном от правительства Казахстана, что кажется неприемлемым с точки зрения распределения денежных ресурсов и эффективности расходов.

Отличительной особенностью Казахстана является наличие в резерве более

100 миллионов гектаров земли, это государственная собственность и на данный момент не используется. Около 80 миллионов из 100 — это бывшие сельскохозяйственные угодья. Потенциально эта земля может быть использована для выращивания леса в коммерческих целях и в качестве поглотителя углерода. Земля может быть выставлена на аукцион и сдана в долгосрочную аренду международным и местным компаниям. Другим вариантом может быть фьючерс на квоты на выбросы углерода в целях сбора средств на лесопосадку на резервных землях.

Система торговли квотами на выбросы

Схема торговли квотами на выбросы в Казахстане оказалась неэффективной, так как углеродный бюджет или квоты покрывают только половину общих выбросов. Выбросы часто не

подтверждаются должным образом, предприятия опасаются вкладывать средства в возобновляемые источники энергии.

Управление отходами

Летом 2021 года Правительство Казахстана ввело систему сортировки мусора, что подразумевает отдельные мусорные баки для влажных и сухих отходов. Предполагается, что бумага, пластик, металл, продукты питания будут собираться в отдельные ящики, а затем отправляться на предприятия по переработке отходов для вторичной переработки. Однако люди не готовы к таким нововведениям и продолжают собирать смешанный мусор в один ящик.

Данная мера лишена поощрения и стимулов для людей.

Многообещающей мерой представляется внедрение систем утилизации пищевых продуктов в домохозяйствах с последующим сбором углерода в канализационной системе. Захваченный углерод можно затем подвергнуть анаэробной переработке для производства сельскохозяйственных удобрений.

Справочная информация о концепции достижения углеродной нейтральности в энергетическом секторе Казахстана

Выбросы парниковых газов в течение 2017-2050 гг. снизятся с 242,9 млн т CO₂-экв до 30,6 млн т CO₂-экв к 2050 г. или в 7,9

раз меньше. Оставшиеся 30,6 млн т CO₂-экв будут дополнительно сокращены в следующем десятилетии (до 2060 года).

Таблица – Выбросы парниковых газов в секторах энергетики, млн т CO₂-экв

	2017	2020	2030	2040	2050
Сельское хозяйство	2.4	2.4	1.9	1.0	0.0
Угольная промышленность	27.7	26.1	12.7	4.9	0.1
Производство электроэнергии	89.7	82.9	64.8	32.2	1.2
Централизованное отопление	16.8	15.0	12.7	6.5	0.3
Промышленность	47.4	48.2	34.0	26.2	18.2
Нефтеперерабатывающие предприятия	1.4	1.4	1.0	0.9	0.7
Жилищное хозяйство	22.1	19.8	10.1	5.3	0.5
Другие секторы	4.9	5.9	9.0	13.1	6.1
Сфера услуг	6.6	5.5	3.4	1.7	0.0
Транспортный сектор	23.8	25.1	19.4	11.5	3.6
Итого	242.9	232.2	168.9	103.4	30.6

Производство электроэнергии

К 2050 году на сектор производства электроэнергии будет приходиться 21,4 млн т CO₂-экв, из которых 20,2 млн т CO₂-экв приходятся на технологии CCS, 1,2 млн т CO₂-экв остается на балансе. Выбросы в этом секторе происходят от используемого природного газа, который необходим для маневрирования мощностями, компенсирующими нестабильность производства из возобновляемых источников энергии.

Производство электроэнергии увеличится с 108,1 млрд кВт*ч в 2020 году до 329,8 млрд кВт*ч в 2050 году, то есть более чем в 3 раза. Таким образом, данный факт указывает на важность электрификации для отхода от угольной энергетики. Производство

электроэнергии с помощью угля снижается и предположительно достигнет нуля к 2050 году. Природный газ используется для маневрирования мощностями, компенсирующими нестабильность производства из возобновляемых источников энергии. Примерно в 2035 году в структуре электроэнергетики планируется появление АЭС.

Декарбонизация в тепловой отрасли основана в основном на тепловых насосах как на централизованном, так и на индивидуальном уровне.

Декарбонизация секторов производства электроэнергии и тепла как основных потребителей угля приводит к

постепенному отказу от угля и его добычи. Использование природного газа в среднесрочной перспективе и электроэнергии в долгосрочной перспективе приведет к декарбонизации других секторов.

Финансовый сектор и международные финансы

Преобразование финансового сектора имеет решающее значение для достижения показателя углеродной нейтральности. Финансовые потоки следует кардинально перенаправить с финансирования обычных проектов и технологий на низкоуглеродные и безуглеродные решения. В Казахстане был достигнут некоторый прогресс, но эту трансформацию необходимо резко ускорить.

Существует ряд мер и инструментов, доступных для всех институтов финансового сектора, от Национального банка до Министерства финансов, финансовых институтов развития,

Использование нефтепродуктов в транспортном секторе к 2050 году будет минимальным по причине авиации и большегрузных автомобилей, весь сектор полностью электрифицирован.

коммерческих банков, инвестиционных компаний и венчурных фондов. Что должно произойти, так это то, что Национальный банк и Министерство финансов должны перейти от нейтрально-позитивной позиции в отношении зеленого финансирования, финансирования переходного периода и устойчивого развития к проактивной позиции, руководящей трансформацией финансового сектора, создав основу для радикальной трансформации финансов – рынков капитала, инвестиций, корпоративного финансирования, финансирования малого и среднего бизнеса и розничного финансирования.

Международное сотрудничество для углеродно-нейтрального Казахстана в 2060 г.

В рамках «концепции полного отсутствия выбросов» в Казахстане и потенциальных выгод регионального/международного сотрудничества для достижения климатической нейтральности в следующие 40 лет принимаются во внимание следующие ключевые «игроки»: Центральноазиатский регион, Россия, Китай и другие соответствующие (западные) игроки (уделяется большое внимание ЕС), Казахстан, «крупные соседи», остальной мир.

Основная цель данной главы – предоставить «описательный анализ» сферы (и компромиссов) регионального и международного сотрудничества,

имеющего отношение к концепции климатической нейтральности Казахстана. Она также направлена на то, чтобы выделить игроков и области такой сложной игры (с Казахстаном в качестве «центра»), выявить и описать потенциальные возможности для взаимодействия, собрать и поделиться базовой количественной информацией, полученной в других исследованиях, и, в конечном итоге, дать пищу для размышлений лицам, принимающим решения, аналитикам и заинтересованным сторонам в Казахстане с целью обоснованного и своевременного достижения цели.

Список литературы:

1. Отдел статистики ООНб 2016
2. Аламанов, С. К., Лелевкин В., Подрезов О., Подрезов А. 2006. Изменение климата и водные ресурсы в Центральной Азии. Москва-Бишкек: Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП) и Всемирный фонд дикой природы (WWF).
3. Бай Дж., С. Чен, Дж. Ли, Л. Ян и Х. Фанг (2011) Изменения площади внутренних озер в засушливых регионах Центральной Азии за последние 30 лет. Мониторинг и оценка окружающей среды, 178, 247-256.
4. Банк А.Д., 2016 г. Прогноз развития водных ресурсов Азии, 2016 г., Укрепление водной безопасности в Азиатско-Тихоокеанском регионе.
5. С. Брока, М. Акчукаков, Р. Итурриоз, Т. Уразов, К. Статли, А. Стоппа, Б. Саттыбаева, У. Л., Г. М. и А. Малик. 2012. Казахстан: Техничко-экономическое обоснование агрострахования.
6. С. Дэссай и Р. Уилби (2011) Как лица, принимающие решения в развивающихся странах, могут включить неопределенность в отношении климатических рисков в существующие процессы планирования и разработки политики. Серия отчетов о неопределенности мировых ресурсов. Вашингтон, округ Колумбия: Институт мировых ресурсов. <http://www.worldresourcesreport.org/decision-making-indepth/managing-uncertainty> (15 сентября 2012 г.).
7. Р. Джонс, М. Ногер, Д. Хассел, Д. Хадсон, С. Уилсон, Г. Дженкинс и Дж. Митчелл (2004 г.) Создание сценариев изменения климата с высоким разрешением с использованием PRECIS. Метеорологический центр Хэдли, Эксетер, 40.
8. МЭА (Международное энергетическое агентство) (2021а), Нулевые выбросы к 2050 году: дорожная карта для глобального энергетического сектора, [https://iea.blob.core.windows.net/assets/beceb956-odcf-4d73-89fe-1310e3046d68./NetZeroBy2050-A Дорожная карта для глобального энергетического сектора_CORR.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/beceb956-odcf-4d73-89fe-1310e3046d68./NetZeroBy2050-A%20Roadmap%20for%20the%20Global%20Energy%20Sector_CORR.pdf)
9. Карте Д. (2017 г.) Изменения окружающей среды в засушливых районах Центральной и Восточной Азии и их воздействие на крупные озера Центральной и Восточной Азии и их воздействие на основные системы рек и озер. Quaternary International.
10. А. Керимрай, К. Байгарин, Р. Де Мильо и Дж. Тосато (2016) Сценарии, политика и меры по смягчению последствий изменения климата: случай Казахстана. Климатическая политика, 16, 332-352.
11. Б. Манниг, М. Мюллер, Э. Старке, К. Меркеншлагер, В. Мао, Х. Чжи, Р. Подзун, Д. Джейкоб и Х. Пэт (2013) Динамическое уменьшение масштаба изменения климата в Центральной Азии. Глобальные и планетарные изменения, 110, 26-39.
12. Т. Озтурк, Х. Алтинсой, М. Тюркеш и М.Л. Курназ (2012) Моделирование климатологии температуры и осадков для домена CORDEX Центральной Азии с использованием RegCM 4.0. Исследования климата, 52, 63-76.м
13. Павлова В. Н., Варчева С. Е., Бокушева Р., Каланка П. (2014) Моделирование влияния изменчивости климата на урожайность яровой пшеницы в степной зоне России и Казахстана. Экологическое моделирование, 277, 57-67.

14. Сальников В., Турулина Г., Полякова С., Петрова Ю., Скакова А. (2015) Изменение климата в Казахстане за последние 70 лет. *Quaternary International*, 358, 77-82.
15. Р. Шиман, Д. Люти, П. Л. Видейл и К. Шер (2008 г.) Климат осадков в Центральной Азии — взаимное сравнение источников данных наблюдений и числовых данных в отдаленном полусухом регионе. *Международный журнал климатологии*, 28, 295-314.
16. Э.Э. Смолл, Ф. Джорджи и Л.К. Слоан (1999) Моделирование осадков в Центральной Азии с помощью региональной климатической модели: средняя и межгодовая изменчивость. *Журнал геофизических исследований: Атмосферы*, 104, 6563-6582.
17. С. Сонг и Дж. Бай (2016 г.) Увеличение зимних осадков в засушливой Центральной Азии в условиях глобального потепления. *Атмосфера*, 7, 139.
18. А. Ятагай, К. Камигути, О. Аракава, А. Хамада, Н. Ясутоми и А. Кито (2012 г.) АФРОДИТА: Создание набора долгосрочных суточных данных об осадках с привязкой к сетке для Азии на основе плотной сети дождемеров. *Бюллетень Американского метеорологического общества*, 93, 1401-1415.
19. Жупанхан А., К. Тусупова и Р. Берндтссон (2017) Может ли изменение отношений власти привести к лучшему вододелиению в Центральной Азии? *Water*, 9, 139.
20. И. Дрмац, Д. Якшич, Н. Караджа (ЕИНР); Р. Кунце, Дж. Делер (КИТ); Р. Де Мильо (Е4SMA); А. Шивакумар, А. Бельтрамо, М. Ромеро Невадо, М. Уэлш (КТН); М. Басслим (Энердата); М. Лояница (Ифри), А. Доббинс (У-Штутт). Изучение сильных и слабых сторон европейского инновационного потенциала в рамках Плана стратегических энергетических технологий (SET). (2015). Доступно по адресу: http://www.insightenergy.org/static_pages/publications#?publication=24.
21. Асамой Б.; Лаврышин Ю.: Экологическое сравнение захоронения и сжигания ТБО с учетом утечки отходов. *Управление отходами 2012*, 32, 1019-1030.
22. Сарбасов Е., Венетис К., Айымбетов Б., Абылхани Б., Ягофарова А., Токмурзин Д., Энтони ИДжей., Инглезакис В.: Обращение с ТБО и выбросы парниковых газов в международных аэропортах: Тематическое исследование аэропорта Астаны, *Journal of Air Transport Management* 2020, 85 101789.
23. Скрыган Н., Шилова И., Хандогина О., Абашина К., Черникова О.В. Обращение с отходами в постсоветских странах: как далеко от ЕС? *Detritus* 2018, 3, 193-203.
24. Концепция зеленой экономики, доступно по адресу: <https://policy.asiapacificenergy.org/node/133>
25. В. Инглезакис, К. Мустакас, Г. Хамитова, Д. Токмурзин, Е. Сарбасов, Р. Рахматулина, Б. Серик, Ю. Абиак, С.Г. Поулопулос: 2018, «Текущее управление твердыми бытовыми отходами в городах Астана и Алматы в Казахстане и оценка альтернативных сценариев управления», *Чистые технологии и экологическая политика*, 2018, 20, 503-516.
26. Минэнерго РК, «Национальный доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов Республики Казахстан 2011-2014» стр. 70. См. http://ecogofond.kz/wp-content/uploads/2018/03/NDSOS_2011-2014.pdf
27. «Национальный доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов Республики Казахстан», часть 9 «отходы», стр. 153. См. ecogofond.kz/wp-content/uploads/2019/02/nac_doklad_ru.zip

28. КазНИИЭК. Руководство по расчету выбросов парниковых газов в атмосферу на полигонах твердых бытовых отходов. 2010. См. <https://www.egfntd.kz/upload/NTD/MERK/12.pdf>
29. РГРК. Постановление Правительства Республики Казахстан от 9 июня 2014 года № 634 «Об утверждении Программы модернизации системы обращения с твердыми бытовыми отходами на 2014–2050 годы». См. https://greenkaz.org/images/for_news/pdf/npa/programma-modernizacii-tbo.pdf
30. EnergyProm, См. <https://www.energyprom.kz/ru/a/monitoring/predpriyatiam-zanimayushimsya-utilizaciej-za-god-postupilo-pochti-4-milliona-tonn-othodov>
31. Дж. Богнер, М. Абдельрафи Ахмед, К. Диас, А. Фаайдж, К. Гао, С. Хашимото, К. Марецкова, Р. Пипатти, Т. Чжан, Управление отходами, Изменение климата, 2007 г.: смягчение последствий. Вклад Рабочей группы III в Четвертый оценочный отчет Межправительственной группы экспертов по изменению климата [В. Мец, О.Р. Дэвидсон, П. Р. Бош, Р. Дэйв, Л. А. Мейер (редакторы)], издательство Кембриджского университета, Кембридж, Соединенное Королевство и Нью-Йорк, штат Нью-Йорк, США.
32. Друзь Н., “Kazwaste” 2018.
33. Комплексный мастер-план водного хозяйства Астаны, март 2019.
34. Оспанов К., Мырзахметов М., Заппаров М.: Исследование продуктов переработки пиролиза. Осадок сточных вод на станции аэрации Алматы, Казахстан вып. 117, стр. 288–295, январь 2015 г.
35. Бюро национальной статистики. См. <http://stat.gov.kz/>.
36. Е. Сарбасов, Т. Сагалова, О. Турсунов, К. Венетис, С. Ксенариос, В. Инглезакис; Исследование по сортировке твердых бытовых отходов у источника в развивающихся странах: тематическое исследование города Астаны в Казахстане, Sustainability, 2019, 11 (22), 6496; <https://doi.org/10.3390/su11226496>;
37. Абылхани Б., Аимбетов Б., Ягофарова А., Токмурзин Д., Венетис К., Поулопулос С., Сарбасов Т., Инглезакис В., Сезонная характеристика твердых бытовых отходов из Астаны, Казахстан и термические свойства горючей фракции, Waste Management & Research, 2019, 37 (12) 1271-1281; <https://doi.org/10.1177/0734242X19875503>;
38. Абылхани Б., Гуней М., Аимбетов Б., Ягофарова А., Е. Сарбасов, А. Зорпас, К. Венетис, В. Инглезакис. «Подробный анализ состава твердых отходов для города Нур-Султан, Казахстан с последствиями для устойчивого управления отходами в Центральной Азии». Environmental Science and Pollution Research (2020). <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08431-x>.
39. Стокер, Т. МГЭИК, 2013 г.: Техническое резюме. В изменении климата, 2013 г.: Физическая научная основа. Вклад Рабочей группы I в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата; МГЭИК: Женева, Швейцария, 2013 г.; стр. 159–254.
40. РКИК ООН, Казахстан, Отчет о национальной инвентаризации 2020 г. См. <https://unfccc.int/documents/253715>.
41. Смит А., Браун К., Огилви С., Раштон К. и Бейтс Дж. (2001). Варианты обращения с отходами и изменение климата. Заключительный отчет ED21158R4, 1, 205.
42. РКИК ООН, Казахстан, Отчет о национальной инвентаризации 2021 г. См. <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/kaz-2021-nir-28may21.zip>.

43. Казахстан, Сводный аналитический отчет. См. http://cawater-info.net/bk/land_law/files/kz-land2019.pdf
44. Пыжев, Сибирский федеральный университет.
45. Веселов Ф., Институт энергетических исследований РАН.
46. Материалы и обсуждение «Углеродный нейтралитет и инициатива «Один пояс – один путь»: семинар PARIS REINFORCE в Китае». (<https://paris-reinforce.eu/news-events/project-news-events/carbon-neutrality-and-belt-road-initiative-paris-reinforce-china>)
47. Центральное разведывательное управление, 2016
48. Энергетический сектор смоделирован в версии TIMES-Kazakhstan, сценарий – «Стратегия развития с низким уровнем выбросов».
49. Путь Казахстана к нулевым выбросам парниковых газов. 2 этап, 2021.
50. Транспортный сектор смоделирован в версии TIMES-Kazakhstan, сценарий – «глубокая митигация» с нейтральностью на 2060 год.
51. Источник: Реестр Казахстана РКИК ООН (16 апреля 2021 г.), <https://unfccc.int/documents/273502>
52. Статистическое бюро Казахстана
53. Сельскохозяйственный сектор смоделирован CBM-CFS3.
54. Сергиенко А. (1 сентября 2021 г.). Kazakhstan Solar Silicon. Ссылка: https://ratel.kz/scandal/kak_gosudarstvo_planiruet_vernut_chast_usohshih_milliardov_iz_proekta_shkolnika
55. Госреестр. (2021). Электронный аукцион. Ссылка: <https://e-auction.gosreestr.kz/p/ru/auctions/213553/view>
56. Нулевые выбросы. Вклад Великобритании в остановку глобального потепления. Комитет по изменению климата, май 2019 г.
57. Энергоэффективность: ключевые тенденции и инновации. Марго Серватиус, сентябрь 2021 г.
58. Как сократить потери энергии в производственном секторе. Тереза Филлипс, Ларри Уэст, июнь 2020 г.
59. Очистка воды и сточных вод для повторного использования и производства энергии – новые технологии. Эммануэль Квейнор Тетте, Судеш Ратилал, Мэгги Четти, Эдвард Кваку Арма и Деннис Асанте-Саки. Апрель 2019 г.
60. Возможность получения органических минеральных удобрений из осадков сточных вод. Галина Коминыко, Катажина Горазда и Збигнев Взорек. Январь 2017 г.
61. Инглезакис и др., 2018 г., Скрихан и др., 2018 г., Концепция зеленой экономики до 2050 г.
62. <https://astanatimes.com/2021/05/ministry-of-ecology-geology-and-natural-resources-to-focus-on-landfill-solutions/>
63. Министерство экологии, геологии и природных ресурсов.
64. Указ Президента Республики Казахстан от 9 февраля 2018 года № 633 «О мерах по реализации Послания Главы государства народу Казахстана от 10 января 2018 года «Новые возможности развития в условиях Четвертой промышленной революции».
65. Экологический кодекс Республики Казахстан, Кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 года № 400-VI о системе ПВО

66. Утверждение Правил торговли углеродными единицами. Приказ исполняющего обязанности Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 29 июня 2021 года № 221
67. Утверждение Правил формирования и ведения Государственного реестра углеродных единиц. Приказ Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 14 июля 2021 года № 251
68. Об административных правонарушениях. Кодекс Республики Казахстан от 5 июля 2014 года № 235-V о системе ПВО
69. Отчет об инвентаризации 2021 г.
70. Утверждение Национального плана распределения выбросов парниковых газов до 2021 года. Постановление Правительства Республики Казахстан от 13 января 2021 года № 6.
71. Утверждение Национального плана распределения выбросов парниковых газов на 2018 – 2020 годы. Постановление Правительства Республики Казахстан от 26 декабря 2017 года №873.
72. Годовой технический отчет ТОО «Экибастузская ГРЭС-1 имени Булата Нуржанова» за 2020 год.
73. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/09/18/joint-us-eu-press-release-on-the-global-methane-pledge/>
74. <https://www.globalmethane.org/>
75. <https://www.ccacoalition.org/en/activity/ccac-oil-gas-methane-partnership>
76. <https://www.ief.org/programmes/methane-initiative>
77. <https://www.ccacoalition.org/en/activity/global-methane-alliance>
78. <https://onefuture.us/>
79. data.worldbank.org
80. breakthroughenergy.org
81. <https://www.nrdc.org/onearth/we-need-just-transition-because-we-should-abandon-coal-not-coal-workers>
82. <https://www.worldbank.org/en/results/2020/11/10/coal-mine-closure-and-a-just-transition-for-all>
83. <https://www.worldbank.org/en/topic/extractiveindustries/brief/supporting-coal-regions-in-transition>
84. Отказ от ответственности: цель этой «главы» – предложить национальным и международным заинтересованным сторонам, лицам, принимающим решения, исследователям, аналитикам и гражданам основу для воображения, изучения и обсуждения в области климатически нейтрального будущего Казахстана. Следовательно, эта работа не предназначена для количественного «анализа» как такового или заявления о приверженности, а скорее направлена на то, чтобы вызвать интерес к «зеленому переходу» Казахстана и подчеркнуть огромные возможности (и некоторые компромиссы), предлагаемые путем регионального/ международного сотрудничества. Идеи, точки зрения, взгляды и интерпретации, выраженные и изложенные в этом разделе, принадлежат только авторам и не обязательно отражают точку зрения институциональных органов.

85. Азербайджан имеет общие культурные и языковые черты с Центральной Азией, он является связующим звеном региона с западом и играет ключевую роль в транзите углеводородов из Центральной Азии на международные (западные) рынки.
86. Экономическая интеграция Восток-Запад и транспортные коридоры.
87. Экономическая интеграция Север-Юг и энергетические и транспортные коридоры.
88. Энергоэффективность и безотходность в постпандемической экономике.
Разработано итальянским председательством в G20 в 2021 г. в сотрудничестве с ENEA и RSE.
89. Июль 2021 г., Италия (Неаполь).
90. В конце концов Китай и Индия отказались подписать два оспариваемых пункта.
91. В настоящее время они находятся на пути к превышению потолка в 1,5-2 градуса.
92. Всемирный банк. doi:10.1596/978-1-4648-1340-5
93. Уголь имеет самое высокое содержание углерода среди ископаемых видов топлива.
94. Европейский союз изучает долгосрочные стратегии декарбонизации системы к 2050 году с ограниченным/нулевым использованием нефтепродуктов на транспорте. Китай объявил об амбициозной и стимулирующей цели по достижению пиковых выбросов углерода до 2030 года и достижению углеродной нейтральности до 2060 года.
95. Инициатива ЕС (СВАМ, в стадии разработки) по противодействию риску низких климатических амбиций международных торговых партнеров путем «добавления» связанного с углеродом «штрафа» за импорт определенных товаров, произведенных за пределами ЕС.
96. Узбекистан, Туркменистан, Таджикистан, Кыргызстан.
97. Эта глава не основана на количественных исследованиях/моделировании.
Некоторые региональные (количественные) исследования были недавно начаты и проанализированы с использованием модели TIIME-CAC в рамках текущего проекта H2020 Paris Reinforce. См. вставку: Интегрированная энергетическая система Центральной Азии.
98. Мах R/P (нефть) региона: Казахстан 45 лет; Мах R/P (газ) региона: Туркменистан: >>200
99. Максимальный гидроэнергетический потенциал региона: Таджикистан 40 ГВт; минимальный гидроэнергетический потенциал региона: Туркменистан <2 ГВт.
100. Для оценки преимуществ и недостатков каждой стратегии могут использоваться количественные модели и инструменты.
101. Все страны Центральной Азии уже являются членами Центральноазиатского регионального экономического сотрудничества (ЦАРЭС). Новая долгосрочная стратегическая рамочная программа ЦАРЭС основана на более широкой миссии по объединению людей, политики и проектов для совместного и устойчивого развития, выступая в качестве главной платформы экономического и социального сотрудничества для региона. Центральная Азия также может извлечь пользу из опыта АСЕАН в развитии ядра солидарности между региональными членами с целью не допустить, чтобы иностранные державы настраивали членов АСЕАН друг против друга.
102. Чтобы присоединиться к форуму САС, пожалуйста, напишите администратору по электронному адресу: rocco.demiglio@gmail.com.

103. <https://paris-reinforce.eu/>
104. Структурные особенности и реализация адресных мер позволяют нефтегазовым компаниям России находиться в выгодном положении по отношению к конкурентам из других стран (по количеству кг CO₂-экв. на баррель, выбросов со сферой охвата 1).
105. В частности, для черной металлургии, нефтегазовой и химической промышленности.
106. Российский экспорт энергоносителей может быть ниже до 20% (по отношению к базовым прогнозам) в 2030 г., если стороны, подписавшие Парижские соглашения, выполнят свои обязательства/планы.
107. Из-за высокого уровня неопределенности статистических данных и последствий политики очень важное значение также будет иметь определенная координация/сотрудничество по стандартам, методам, практикам и методам измерения потенциального поглотителя углерода в секторе ЗИЗЛХ.
108. В сентябре 2020 г. на 75-й сессии Генеральной Ассамблеи Организации Объединенных Наций председатель Си заявил, что Китай достигнет своего пика выбросов CO₂ до 2030 г. и достигнет углеродной нейтральности до 2060 г. Китайская национальная СТВ (система, основанная на интенсивности, с поправкой на предельные значения на основе фактического уровня производства), как ожидается, станет одним из ключевых инструментов политики для достижения краткосрочной цели (пик выбросов к 2030 году).
109. Более подробный анализ Китая и Центральной Азии см. ниже: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3858058.
110. Рокко Де Мильо, Габриэле Кассетти (2020 г.), Теория Бриджланда «Инициатива «Один пояс, один путь» в различных «зеленых» экономиках — долгосрочный анализ ее нового развития». https://www.linkedin.com/posts/rocco-de-miglio_the-bridgeland-activity-6706581226733600768-eoAD
111. Общая сумма (в миллионах долларов США) профинансированных проектов (по подсекторам, в пятилетнем плане 2015-2020 гг.) в Казахстане составила около 12 миллиардов долларов, большинство из которых в нефтегазовой и других отраслевых проектах.
112. В 2021 году Казахстан начал исследовать «видение» нулевых выбросов парниковых газов к 2060 году.
113. Это ключ. Весь нарратив основан на предположении, что Китай «продвинется первым» в переходе к декарбонизации, чтобы создать условия для скорейшего внедрения водорода в Казахстане (не в соответствии с внутренними целями или политикой, а в результате «возможности»).
114. На основе надежных статистических данных и систем поддержки принятия решений (моделей) можно провести количественную оценку показателей.
115. Ян, Си и Де Мильо, Рокко и Кассетти, Габриэле, Экологизация ОПОП Китая в странах Центральной Азии: роль водорода на пути к будущему чистого нуля. Доступно на SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3858058>
116. Согласно Инвестиционному отчету Китайской инициативы «Один пояс, один путь» за первое полугодие 2021 года, опубликованному Международным

институтом зеленых финансов, 2020 год стал первым годом, когда инвестиции в возобновляемые источники энергии в странах «Пояса и пути» (не только в Казахстане) превысили инвестиции в уголь, в то время как в В первой половине 2021 года в странах «Пояса и пути» не было финансирования, связанного с углем.

117. Европейское стратегическое долгосрочное видение процветающей, современной, конкурентоспособной и климатически нейтральной экономики (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52018DCo773>)
118. Мы все обязаны обеспечивать устойчивое развитие.
119. При условии преодоления других важных социальных и политических барьеров и уважения частной свободы.
120. Среди ключевых показателей, используемых в этом исследовании для отслеживания инновационного потенциала (см. ссылки), следующие: расходы на НИОКР и объемы импорта/экспорта.
121. Insight_E, <http://www.insightenergy.org/>.

