МИНИСТЕРСТВО ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Акционерное общество «Жасыл даму»

Отчет по анализу трендов глобальных, региональных и национальных отраслевых рынков, значимых для Казахстана с точки зрения выбросов парниковых газов и анализ прогнозных выбросов парниковых газов климатических сценариев декарбонизации с выработкой предложений по совершенствованию проводимых государством политик

Астана, 2023 год

Лист согласования

Отчет по анализу трендов глобальных, региональных и национальных отраслевых рынков, значимых для Казахстана с точки зрения выбросов парниковых газов и анализ прогнозных выбросов парниковых газов климатических сценариев декарбонизации с выработкой предложений по совершенствованию проводимых государством политик

№	ФИО	Должность	Подпись
1	Кабдолданов Нуржан Кенесбаевич	Заместитель Председателя Правления, член Правления АО «Жасыл даму»	
2	Насирхан Рустам	Директор департамента моделирования, анализа и прогнозирования АО «Жасыл даму»	
3	Архипкин Олег Олегович	Менеджер департамента моделирования, анализа и прогнозирования АО «Жасыл даму»	
4	Сайлауова Назым Алматкызы	Менеджер департамента моделирования, анализа и прогнозирования АО «Жасыл даму»	
5	Оразханова Альфия Саматовна	Менеджер департамента моделирования, анализа и прогнозирования АО «Жасыл даму»	

Содержание

Список рисунков 151
Список таблиц 152
1. Введение 153
2. Анализ глобальных трендов 154
2.1. Новые технологии для сельского хозяйства 154
2.2. Новые технологии для лесного сектора 156
2.3. Технологии в утилизации отходов 157
2.4. Технологии улавливания и захоронения углерода 159
2.5. Новые технологии для транспортных средств 160
2.6. Новые технологические решения сектора жилищно-коммунального хозяйства 161
2.7. Солнечная энергетика 162
3. Анализ региональных трендов (Европейский Союз) 164
3.1. Текущий климат 164
3.2. Изменение климата приводит к экономическим потерям 168
3.3. Переход к климатической нейтральности 173
3.4. Отраслевые тренды и прогнозы 177
3.4.1. Выбросы парниковых газов и тенденции развития энергетики на отраслевом уровне 179
3.5. Выбросы парниковых газов и тенденции развития энергетики в европейских странах 186
3.6. Повышение амбиций на период до 2030 года 195
4. Анализ региональных трендов (Юго-Восточная Азия) 198
4.1. Текущая ситуация 198
4.2. Регион Юго-Восточной Азии 199
4.3. Стратегические приоритеты АБР для реагирования на изменение климата 204
4.4. Страновые программы 208
5. Анализ национальных трендов 217
5.1. Внутренний рынок угля 218
5.2. Внутренний рынок нефтепродуктов 220
5.3. Рынок товарного газа 222
6. Аналитика климатических сценариев декарбонизации с предложениями по совершенствованию проводимых государством политик 224
6.1. Введение 224
6.2. Сценарии декарбонизации 227
6.3. Сектор электроэнергетики и транспорта 235
6.3.1. Сектор электроэнергетики и предложения по совершенствованию проводимых государством политик 236

6.3.2. Сектор транспорта и предложения по совершенствованию проводимых государством политик 240
6.4. Сектор промышленности и строительства 245
6.4.1. Сектор промышленности 245
6.4.2. Сектор промышленности и предложения по совершенствованию проводимых государством политик 262
6.4.3. Сектор строительства и зданий 264
6.4.4. Сектор строительства и здании и предложения по совершенствованию проводимых государством политик 277
6.5. Сектор сельского и лесного хозяйства и других видов землепользования 279
6.5.1. Сектор сельского и лесного хозяйства и других видов землепользования и предложения по совершенствованию проводимых государством политик 284
6.6. Основные выводы и рекомендации на основе сценариев декарбонизации 285
7. Заключение 289
8. Список использованной литературы 291

Список рисунков

Рисунок 3.1.1. Летние аномалии температуры в Европе....166
Рисунок 3.2.1. Исторические тенденции и будущие прогнозы выбросов парниковых газов....169
Рисунок 3.2.2. Прогресс государств-членов в достижении национальных целей на 2020 год ...172
Рисунок 3.3.1. Региональные доли производственных мощностей для низкоуглеродных технологий в 2021 году....176
Рисунок 3.4.1.1. Отраслевые тенденции и прогресс в достижении целей на 2020 и 2030 годы в ЕС-27 179
Рисунок 3.5.1. Достижение национальных целей на 2020 год и прогресс в достижении целей и вклада на 2030 год....189
Рисунок 3.5.2. Годовые ассигнования на выбросы в сравнении с годовыми выбросами в рамках распределения усилий и по отношению к бюджету АЕА 2013-2020 гг. 190
Рисунок 5.1. Структура потребления топливных энергетических ресурсов....217
Рисунок 6.1.1. Доля выбросов по секторам энергетики и землепользования, 2019 г., % [41]....225
Рисунок 6.1.2. Выбросы CO_2 по видам топлива и секторам, 2019 г. [41] 226
Рисунок 6.2.1. Глобальные чистые выбросы CO_2 в сценарии МЭА [42]. 229
Рисунок 6.2.2. Глобальные чистые выбросы CO_2 по секторам и валовые и чистые выбросы CO_2 230
Рисунок 6.2.3. Годовые сокращения выбросов CO_2 в сценарии Net Zero МЭА по сравнению с 2020 годом [42]. 230
Рисунок 6.2.4. Выбросы CO_2 и метана в сценарии NGFS [41] 231
Рисунок 6.2.5. Углеродные выбросы в сценариях BP [44] 232
Рисунок 6.2.6. Вводные данные сценария Shell [45] 234
Рисунок 6.2.7. Выбросы CO_2 в сценарии Sky 1.5 от Shell [45] 234
Рисунок 6.3.1. Продажи электрических автомобилей, 2016 -2023 [47]. 236
Рисунок 6.3.1.1. Спрос на электроэнергию по секторам и региональным группам [42] 237
Рисунок 6.3.1.2. Мировое производство электроэнергии по источникам в сценарии МЭА [42]. 238
Рисунок 6.3.1.3. Производство электроэнергии по видам топлива [44] 239
Рисунок 6.3.1.4. Производство электроэнергии по видам топлива и выбросы CO_2 [41]. 239
Рисунок 6.3.1.5. Глобальный спрос на электроэнергию и доля электроэнергии в энергопотреблении в отдельных применениях в сценарии Net Zero МЭА [42]. 240
Рисунок 6.3.2.1. Глобальные выбросы CO_2 по видам транспорта и доля сокращения выбросов к 2050 году в зависимости от зрелости технологий в сценарии МЭА [42] 241
Рисунок 6.3.2.2. Траектория уровня активности и выбросов в секторе транспорта, 2020–2050 годы [41]. 241
Рисунок 6.3.2.3. Глобальное конечное потребление по типам топлива и видам транспорта в сценарии МЭА [42]. 242
Рисунок 6.3.2.4. Использование энергии в секторе транспорта – сценарий Sky 1.5 [45]. 242
Рисунок 6.3.2.5. Глобальное потребление энергии по видам топлива и интенсивность выбросов CO_2 в неавтомобильных секторах в сценарии МЭА [42]. 243
Рисунок 6.3.2.6. Глобальное потребление энергии по видам топлива по типу транспорта в сценариях Accelerated и Net Zero от BP [44]. 244
Рисунок 6.3.2.7. Глобальное потребление энергии по видам топлива в авиации в сценариях Accelerated и Net Zero от BP [44]. 244
Рисунок 6.4.1.1. Глобальный выбросы CO2 от промышленности по отраслям в сценарии МЭА [42] 247

Рисунок 6.4.1.2. Глобальные выбросы CO_2 в тяжелой промышленности и их сокращение в зависимости от мер по смягчению последствий и категории зрелости технологий в сценарии МЭА [42] 248
Рисунок 6.4.1.3. Глобальные выбросы CO_2 от существующих промышленных мощностей в сценарии МЭА [42] 249
Рисунок 6.4.1.4. Глобальное конечное потребление в промышленности по видам топлива в сценарии МЭА [42] 250
Рисунок 6.4.1.5. Глобальное производство материалов по видам производства в сценарии МЭА [42]. 251
Рисунок 6.4.1.6. Доля отопительных технологий по уровню температуры в легкой промышленности в сценарии МЭА [42]. 254
Рисунок 6.4.1.7. Конечное потребление энергии в промышленности по регионам и по секторам в сценарии BP [44]. 258
Рисунок 6.4.1.8. Конечное потребление энергии в промышленности по видам топлива по промышленности в сценарии BP [44]. 260
Рисунок 6.4.1.9. Конечное потребление энергии в промышленности по видам топлива по промышленности в сценарии Sky 1.5 Shell [45]. 262
Рисунок 6.4.3.1. Глобальное сокращение прямых выбросов CO_2 за счет мер по смягчению последствий в зданиях в сценарии МЭА [42] 265
Рисунок 6.4.3.2. Глобальное конечное потребление энергии по видам топлива и конечному использованию в зданиях в сценарии МЭА [42]. 266
Рисунок 6.4.3.3. Глобальное сокращение прямых выбросов CO_2 за счет мер по смягчению последствий в зданиях в сценарии МЭА [42] 268
Рисунок 6.4.3.4. Глобальное изменение спроса на электроэнергию по конечному потреблению в секторе зданий в сценарии МЭА [42] 270
Рисунок 6.4.3.5. Конечное потребление энергии в зданиях по регионам и по секторам в сценарии BP в 2019 году [44]. 275
Рисунок 6.4.3.6. Конечное потребление энергии в зданиях – сценарий Sky 1.5 от Shell [45]. 277
Рисунок 6.5.1. Тренды СХЛХДВЗ в сценарии Net Zero NFGS [41]. 281
Рисунок 6.5.2. Исторические (1990-2020 гг.) и прогнозируемые (2020-2040 гг.) выбросы сельскохозяйственного сектора в ЕС [51]. 282
Рисунок 6.5.3. Потенциальное сокращение выбросов в результате отдельных действий в рамках циркулярной экономики в зависимости от стадии жизненного цикла до 2050 года [51]. 283

Список таблиц

Таблица 5.1. Потребление топливно-энергетических ресурсов 217
Таблица 6.4.1.1. Ключевые вехи трансформации глобальных подотраслей тяжелой промышленности 255
Таблица 6.4.3.1. Ключевые вехи трансформации сектора зданий 271

1. Введение

В ближайшие 20 лет физические последствия изменения климата, связанные с повышением температуры, подъемом уровня моря и экстремальными погодными явлениями, затронут все страны мира. Затраты и проблемы будут в непропорционально большой степени ложиться на развивающиеся страны, пересекаясь с деградацией окружающей среды и усиливая риски для продовольствия, воды, здоровья и энергетической безопасности.

Данный анализ направлен на выявление различных трендов и тенденций на глобальном, региональном и национальном отраслевых рынках, каждый из которых вносит существенный вклад в показатели выбросов парниковых газов. Благодаря изучению динамики развития этих секторов, появится возможность отследить их влияние, эволюцию и потенциал трансформации в контексте декарбонизации.

Для ограничения антропогенного глобального потепления в пределах 1.5°C к концу столетия, определенного Парижским соглашением, необходимо глубокое, быстрое и устойчивое сокращение выбросов парниковых газов, достижение углеродной нейтральности, а также значительное сокращение выбросов других парниковых газов, в частности метана. В связи с этим различные агентства и международные организации разрабатывают сценарии декарбонизации для секторов энергетики, промышленности и землепользования. Данные сценарии позволяют определить оптимальные пути для сокращения выбросов парниковых газов, при этом моделируя различные параметры развития экономики, цен на технологии и ресурсы, роста населения и т.д.

Для данного отчета взяты для сравнения и выведения рекомендаций пять сценариев: сценарий Net Zero 2050 Международного Энергетического Агентства (МЭА), сценарий Net Zero 2050 от Сообщества по Повышению Экологичности Финансовой Системы (NGFS) и его аналитика от McKinsey, сценарии Accelerated и Net Zero от BP и Sky 1.5 от Shell. В основном, данные сценарии покрывают сферу энергетики, так как более 80% выбросов углекислого газа связаны с этим сектором. Для более детального анализа сделан секторальный обзор сценариев декарбонизации. Основные сектора, описанные в отчете: электроэнергетика и транспорт, промышленность и здания, сельское и лесное хозяйство и землепользование.

Было рассмотрено текущее состояние отраслевых рынков значимых с точки зрения выбросов парниковых газов в Республике Казахстан, определены основные сектора и тенденций развития. Необходимо подчеркнуть, что декарбонизационные меры, направленные на совершенствование государственной политики, содействуют устойчивому развитию и позиционированию Республики Казахстан в качестве ответственного и инновационного участника глобальных усилий по борьбе с изменением климата. Достижение амбициозных климатических целей должно сыграть важную роль в продвижении страны к более устойчивому и низкоуглеродному будущему, что подчеркивается важностью продуманной и перспективной политики в решении глобального климатического кризиса.

2. Анализ глобальных трендов

2.1. Новые технологии для сельского хозяйства

Агролесомелиорация — это стратегия, которая включает в себя различные виды лесной деятельности, включая одновременное выращивание растения, выращиваемые в сельском хозяйстве, и домашние животные, а также сбор и выращивание недревесных материалов, лекарств и продуктов питания в лесных и кустарниковых зонах. Данная технология направлена на повышение эффективности использования ресурсов и оптимизацию потенциала производства биомассы. Реализация таких методов поможет повысить экономическую эффективность лесов, внести вклад в улучшение качества почвы и воды, а также сократить выбросы CO2.

Для предотвращения глобальных проблем в области продовольствия и биобезопасности, все больше международных организаций и правительств все чаще уделяют внимание переосмыслению существующих экономических моделей и внедрению концепции интеллектуального сельского хозяйства как неотъемлемой части этого процесса.

Биологические пестициды для комплексной борьбы с вредителями

Повышение производительности сельского хозяйства и снижение цен на продовольствие во второй половине 20-го века привели к изобретению широкого спектра пестицидов и их весьма агрессивному применению для защиты сельскохозяйственных культур от вредителей. Многое зависит от использования. С другой стороны, остается острой проблема борьбы с вредителями (травоядные насекомые уничтожают до четверти урожая сельскохозяйственных культур) и адаптивных мутаций организмов (под воздействием пестицидов устойчивость к инсектицидам (формирование популяций вредителей)). Становится только хуже.

Последние достижения в области биотехнологии предлагают альтернативы традиционной химии. В частности, разработка комплексных средств защиты от вредителей с использованием минимально необходимого количества активных ингредиентов, таких как биологически патогенные вирусы, бактерии, насекомые и нематоды, которые являются естественными врагами опасных вредителей.

Биопестициды (высокоспецифичные токсины, которые не имеют побочных эффектов для окружающей среды и вредны лишь для нескольких видов), вырабатываемые генетически модифицированными растениями и микробными сообществами (растительными симбионтами), также играют важную роль.

Ожидаемые результаты:

- Увеличение урожайности путем искоренения насекомых, питающихся растениями, в сельскохозяйственных системах;
- Уменьшение отравлений и заболеваемости сельскохозяйственных работников в результате применения химических средств защиты растений;

- Сокращение времени ожидания между обработкой сельскохозяйственных угодий ядохимикатами и сбором урожая.

Пчелы-роботы

Сокращение численности популяций медоносных пчел в мире, необходимых для опыления как диких, так и сельскохозяйственных культур, представляет собой серьезную угрозу для сельского хозяйства. Такие факторы, как антропогенное воздействие и инфекционные заболевания, привели к стремительному сокращению численности медоносных пчел во всем мире.

Для решения проблемы потенциального кризиса опыления ученые Гарвардского университета разработали прототип бионического микродрона RoboBee. Этот миниатюрный робот-пчела может разбрасывать пыльцу растений, прилипать к деревянным и стеклянным поверхностям с помощью электростатической адгезии и поддерживать непрерывный полет в течение 30 минут.

В ходе дальнейших разработок планируется наделить RoboBee функциями распознавания объектов, что позволит ему определять конкретные цветы или насекомых-вредителей, следить за окружающей средой и выполнять различные задачи. Подобные инициативы реализуются в исследовательских центрах по всему миру - в США, Японии, Великобритании, Польше и других странах.

Ожидаемые результаты:

- Увеличение урожайности сельскохозяйственных культур путем увеличения числа растений, поддаваемых опылению.
- Повышение эффективности сельскохозяйственных процессов благодаря автоматизации.
- Внедрение роботов-пчел для исследования опасных зон, таких как районы с радиационным заражением.

Автоматизированный учет лесных объектов

Традиционные методы инвентаризации лесов основаны на оценке "пробных участков", которые представляют собой ограниченные участки лесных угодий (радиусом приблизительно 8 метров), где проводится подсчет деревьев.

Этот подход имеет ряд недостатков, таких как высокая частота выборочных графиков, не отражающих целевые слои, недостаточное количество графиков из-за дорогостоящего характера работы, а также ненадежные и быстро устаревающие результаты, несмотря на значительные трудозатраты.

В последние годы внедряются методы инвентаризации на основе снимков дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) сверхвысокого разрешения и технологий распознавания образов и машинного обучения. Технологии позволяют произвести оценку состояния насаждений путем формирования базы эталонов типичных схем, а затем распространить (экстраполировать) результаты на все

лесные насаждения. Так производится оценка степени деградированности лесных насаждений, способности выполнять необходимые экосистемные функции и др.

В результате в разы увеличивается эффективность мониторинга состояния лесов и защитных лесополос, поиска оптимальных территорий для культивирования недревесных, пищевых и лекарственных продуктов леса (фруктов, ягод и орехов), наблюдения за ростом лесных плантаций на больших площадях и запасами грунтовых вод.

Ожидаемые результаты:

- Увеличение эффективности противодействия незаконной вырубке лесов;
- Своевременное оповещение о необходимости проведения лесохозяйственных мероприятий;
- Более точное получение данных.

2.2. Новые технологии для лесного сектора

Вертикальные агрофермы

Применение технологий интенсивного выращивания растений в многоэтажных структурах позволяет эффективно использовать ограниченные земельные площади для произрастания плодово-овощных культур.

Эти инновационные агрокомплексы находят практическое применение в крупных городах, регионах с засушливым климатом и странах с ограниченными земельными ресурсами, такими как Сингапур, Катар и Бахрейн. Такие технологии оказываются весьма полезными в областях, где традиционное сельское хозяйство ограничено по различным причинам.

Вертикальные фермы представляют собой автоматизированные комплексы с искусственным освещением, отоплением, кондиционированием, замкнутой системой водоснабжения и стерильной атмосферой.

Растения размещаются на различных уровнях, что существенно увеличивает общую площадь, предназначенную для выращивания сельскохозяйственных культур, в десятки раз по сравнению с площадью самого здания. Вертикальные фермы представляют собой индустриальные объекты, однако требуют значительного энергопотребления.

По этой причине разумно строить их в регионах с высоким уровнем доступности топливных ресурсов, таких как Ближний Восток и полуостров Ямал, а также в районах, благоприятных для производства энергии из возобновляемых источников.

Ожидаемые результаты:

- Уменьшение потребления воды в сельском хозяйстве, благодаря закрытому водообороту, включая повторное использование испаряющейся влаги.

- Снижение выбросов в атмосферу за счет энергетического использования биомассы.

Биотопливо из древесины

Преобладающее производство биотоплива из древесины в настоящее время в значительной степени зависит от сельскохозяйственных культур. Однако, учитывая глобальную нехватку пахотных земель и растущий спрос на продовольствие, эта практика сталкивается с ограничениями. Древесина, ценное и возобновляемое сырье для производства электроэнергии, тепла и моторного топлива, по-прежнему используется недостаточно.

Различные породы древесины, включая малоценные хвойные породы, тонкую и сухостойную древесину, наряду с отходами лесной промышленности и остатками лесозаготовок, могут быть использованы для производства топливных гранул, древесной щепы, спиртов, диметилового эфира, синтетического бензина и синтез-газа. Продвижение по этому пути требует технологических решений, направленных на снижение затрат при сборе лесозаготовительных отходов, их переработку на месте в полуфабрикаты, снижение затрат и улучшение экологических показателей при производстве алкоголя и его производных, а также разработку более эффективных, компактных и легко обслуживаемые генераторы синтез-газа.

Использование спутников для выявления мест возгорания лесных пожаров.

Лесной покров каждый год редеет из за участивщихся случаев пожаров. Пожары чаще всего происходят в жаркие сезоны, и являются результатом антропогенного воздействия.

Для внешнего наблюдения за лесными пожарами наиболее подходят группы спутников на низкоорбитальной орбите. В отличие от спутников на геостационарной орбите, низкоорбитальные спутники находятся ближе к поверхности Земли и способны обнаруживать малые очаги возгорания. Такие спутники проходят над определенной точкой земли 1-2 раза в сутки, и только крупные группы спутников могут обеспечить непрерывный мониторинг обширных территорий в режиме реального времени.

Ожидаемые результаты:

- При раннем обнаружении очагов горения и их оперативном тушении, уменьшение ежегодных экономических потерь в глобальном масштабе.
- Снижение глобальных выбросов парниковых газов на 2%.

2.3. Технологии в утилизации отходов

Изоляция почв от стоков с мусорных свалок.

Свалочный фильтрат формируется под воздействием атмосферных осадков и грунтовых вод, проникающих на мусорные свалки. Эта жидкость, содержащая

высокий уровень патогенных бактерий и микроорганизмов, обладает выраженной токсичностью. Этот фильтрат свободно проникает в почву, водоемы, а также в водоносные горизонты, которые служат источником питьевой воды. Для случаев когда полигон расположен на высокопроницаемых грунтах с коэффициентом фильтрации более 10 см/с, их необходимо изолировать при помощи специальных противофильтрационных экранов.

Для предотвращения негативного химико-биологического воздействия свалочного фильтрата на окружающую среду применяются различные материалы для изоляции. Новые, более тонкие и надежные материалы для экранирования, такие как геомембраны и геосинтетические глинистые пленки, рассчитаны на длительный срок службы, легко перемещаются, и это делает их более экономически эффективными. Развитие технологий открывает возможность создания сверхтонких, высокопрочных и долговечных экранирующих пленок, способных эффективно впитывать и удерживать свалочный фильтрат.

Ожидаемые результаты

- Снижение экологической нагрузки, а также уменьшение риска разрушения плодородия почв и нарушения биоразнообразия водоемов и водотоков в окрестностях свалок твердых бытовых отходов;
- Повышение качества водоснабжения городов и населенных пунктов за счет улучшения очистки подземных вод.
- Предотвращение проникновения токсичных веществ в подземные водные ресурсы.

Утилизация полимерных отходов

Отходы бытового характера в основном имеют происхождение из полимерных материалов, таких как полиэтилен, полипропилен и другие. Большинство этих органических синтезов в природе не поддаются разложению: они попадают в окружающую среду, постепенно размельчаются и вступают в пищевые цепи. Микрочастицы пластика и других ксенобиотиков, скапливаясь в тканях животных, рыб и птиц, могут создавать потенциальные угрозы для здоровья человека. Проблема утилизации этих материалов усугубляется каждый год, поскольку объемы полимерных отходов растут значительно быстрее, чем других видов отходов.

Наиболее эффективным и экологически обоснованным методом переработки промышленных и бытовых полимерных отходов является высокотемпературный пиролиз (800–1000 градусов Цельсия и выше). Этот процесс позволяет разлагать крайне токсичные органические соединения, такие как полихлорированные бифенилы, на углекислый газ, хлор, оксиды азота и другие низкомолекулярные вещества, при этом выбросы вредных веществ в атмосферу минимизируются.

Ожидаемые результаты:

- Снижение энергозатрат в производстве путем использования вторичных энергоресурсов;

- Уменьшение объемов вредных выбросов в атмосферу, уменьшение негативного воздействия на здоровье людей от токсичных полимеров, а также сокращение риска распространения переносчиков инфекционных заболеваний.

2.4. Технологии улавливания и захоронения углерода

Концентрация углекислого газа в атмосфере Земли в 2022 году достигла рекордной концентрации на уровне в 421,33 ppm (parts per million — частицы CO_2 на миллион частиц воздуха). Ожидается, что к концу столетия концентрация CO_2 может увеличиться примерно в 2 раза.

Технологии улавливания и захоронения углерода (CCS) признаются критически важными для сдерживания роста температуры на Земле в пределах 1,5–2 °C к 2050 году. Применение этих технологий представляет собой эффективный метод значительного снижения объема выбросов.

Извлечение углекислого газа из дымовых газов

Высокая стоимость промышленных установок, отсутствие универсальной Широкое применение традиционных методов удаления CO2 из дымовых газов сталкивается с проблемами, связанными со значительными затратами на строительство промышленных объектов, отсутствием комплексной инфраструктуры, а также значительными потребностями в энергии и ресурсах. В ответ на эти трудности появилась инновационная технология кальций-карбонатного цикла (ККЦ). В качестве хемосорбента в этой технологии используется оксид кальция, получаемый из экономически выгодных и широкодоступных кальцийсодержащих известняков и доломитов.

В технической реализации процесса ССС сорбент CaO перемещается между двумя реакторами с кипящим слоем. В одном реакторе поглощение CO2 происходит при более низкой температуре, а в другом, более высокотемпературном, происходит разложение карбоната кальция. В первую очередь данная технология применяется на угольных электростанциях, характеризующихся высокими выбросами CO2 на единицу вырабатываемой электроэнергии. Использование ККК для извлечения CO2 из дымовых газов имеет ряд существенных преимуществ, среди которых относительная экономичность, значительное снижение потребности в кислороде для проведения реакции, ускорение процесса поглощения углекислого газа за счет повышенной температуры реакции.

Ожидаемые результаты

- Уменьшения расходов на предотвращения выбросов CO_2;
- Сокращение энергопотерь

Мембранные системы для захвата углекислого газа

Существенная роль в сокращении эмиссии углекислого газа и уменьшении негативных последствий глобального изменения климата принадлежит

технологиям захвата CO_2 до сжигания. Однако использование традиционных аминовых технологий увеличивает стоимость электроэнергии на 80% и ее расход на 25–40% от показателей без применения технологий CCS. Среди доступных альтернатив наиболее перспективно использование мембранных систем, не требующих серьезных инвестиций по установке. Мембрана пропускает конденсирующиеся пары (C3+ углеводороды и тяжелее; ароматические углеводороды; воду), но не пропускает неконденсируемые газы (метан, этан, азот и водород). Данный метод позволит существенно снизить негативное влияние выбросов углекислого газа на экологию, сократит затраты на электроэнергию.

Ожидаемые результаты:

- Уменьшение расходов на предотвращение выбросов;
- Сокращение издержек по захвату и утилизации углерода по сравнению с методами CCS на основе абсорбции и адсорбции.

2.5. Новые технологии для транспортных средств

Новые топливные элементы

Потенциально водород может использоваться для заправки автомобилей как с двигателями внутреннего сгорания, так и с водородными топливными элементами. Однако адаптация традиционных поршневых двигателей внутреннего сгорания к использованию водорода является сложной и дорогостоящей задачей. По оценкам специалистов, стоимость эксплуатации обслуживания водородной силовой установки примерно в 100 раз превышает стоимость обычного двигателя внутреннего сгорания. Топливный элемент преобразует химическую энергию топлива в тепло и постоянный ток для питания электродвигателя и бортовой сети автомобиля. Топливный элемент работает как постоянно перезаряжаемая батарея, состоящая из двух электродов, покрытых катализатором, и электролита, помещенного между ними. Через один электрод поступает водород, а через другой-чистый кислород или кислород из воздуха с непрерывным добавлением химического топлива и окислителя. Водород и кислород обычно объединяются в пористой полимерной мембране. Водородные топливные элементы экологичны, экономичны (КПД45% по сравнению с 35% КПД двигателя внутреннего сгорания в современных автомобилях), надежны, работают при низких температурах и компактны. Они могут использоваться в силовых установках гибридных автомобилей и в качестве суперконденсаторов в электромобилях.

Ожидаемые результаты:

- Образование воды при сгорании водорода в двигателе;
- Децентрализованная энергетика: водород, полученный из избыточного электричества, может использоваться для обеспечения энергией домашних электросетей;

- Потенциальное снижение общего объема нефтепотребления в сфере автомобильных перевозок.

Метанольные топливные элементы

Внедрение технологий улавливания CO2 до сжигания топлива играет важную роль в снижении выбросов углекислого газа и смягчении негативных последствий глобального изменения климата. Однако использование традиционной аминной технологии приводит к увеличению энергозатрат по сравнению со сценариями без применения технологии УХУ. Среди имеющихся альтернатив наиболее перспективными являются мембранные системы, поскольку они не требуют значительных инвестиций в установку. Мембраны пропускают через себя конденсирующиеся пары, улавливая при этом конденсирующиеся газы (метан, этан, азот и водород). Такой подход значительно снижает негативное воздействие на окружающую среду, связанное с выбросами углекислого газа, и уменьшает энергозатраты.

Ожидаемые результаты:

- Уменьшение выбросов углекислого газа на более чем 70% при процессе разложения биометанола в топливных элементах;
- Увеличение икилометража в электроавтомобилях до 800 км на одном заряде батареи, используя метаноловые топливные элементы.

2.6. Новые технологические решения сектора жилищно-коммунального хозяйства

Накопители для энергии

Стремительное развитие распределенной генерации электроэнергии на основе возобновляемых источников энергии поставило задачу обеспечения надежности электроснабжения потребителей. Выработка электроэнергии солнечными батареями и ветряными турбинами зависит от погодных условий, что может привести к дефициту электроэнергии в разное время суток. Решить эту проблему можно с помощью накопителей, которые аккумулируют энергию, произведенную в определенные периоды времени, и подают ее в сеть тогда, когда это необходимо, например, в часы пик.

Существуют различные технологические решения в области хранения энергии для малых энергосистем, такие как аккумуляторы, маховики, сверхпроводники и т.д. С 2014 года стандартом для бытового использования становятся литий-ионные аккумуляторы, обладающие оптимальным сочетанием таких характеристик, как плотность энергии, время разряда, безопасность, срок службы и стоимость. Они становятся стандартом для бытового использования. В дневное время энергия вырабатывается фотоэлектрическими установками, а ее излишки могут храниться в аккумуляторе и использоваться в ночное время. Батареи также могут получать электроэнергию (по низким тарифам) из централизованной

сети в ночное время и подавать ее в сеть, когда это необходимо. Это позволяет сгладить колебания суточного спроса и предложения электроэнергии для домохозяйств, подключенных к децентрализованной энергосистеме. Для потребителей это означает снижение счетов за электроэнергию, а для сетевой компании-снижение пикового спроса.

Ожидаемые результаты:

- Экономия электроэнергии;
- Разработка системы аварийного резервного электроснабжения для обеспечения энергии в случае отключения централизованного электроснабжения;
- Максимальное использование экологически чистой возобновляемой энергии в домашних хозяйствах;
- Уравновешивание национальной энергетической сети.

2.7. Солнечная энергетика

Поликремниевые солнечные батареи являются наиболее распространенными в современной солнечной энергетике. Несмотря на высокую эффективность преобразования энергии, они дороги в производстве и требуют большого количества исходных материалов (монокристаллического или поликристаллического кремния). Тонкопленочные солнечные панели являются более экономичной альтернативой.

Тонкопленочные солнечные панели — это доступные по цене, гибкие солнечные элементы большой площади, изготовленные из полупроводников (например, аморфного кремния), нанесенных на стеклянную или стальную подложку. Такие панели полупрозрачны или прозрачны, работают при рассеянном свете и могут обеспечивать большую суммарную мощность, чем обычные моно- или поликремниевые панели. Они могут сворачиваться в рулоны, как ткань или обои, и крепиться к зданиям и архитектурным сооружениям, а также использоваться в электромобилях.

Ожидаемые результаты:

- Продвижение солнечной энергетики в регионах с мглистым и облачным климатом, а также на предприятиях с повышенным содержанием вредных макрочастиц в воздухе;
- Снижение выбросов парниковых газов в атмосферу;

Солнечные коллекторы

Для производства солнечной тепловой энергии используются различные технологические подходы. Одним из наиболее распространенных методов является использование вакуумных солнечных коллекторов, на долю которых приходится более 60% солнечной тепловой энергии, производимой в мире. Однако такие

коллекторы необходимо устанавливать под определенным углом для снижения потерь энергии, а также они требуют затрат на обслуживание поверхности коллектора в течение всего срока службы. Использование плоско пластинчатых солнечных коллекторов позволяет снизить затраты и является экономически эффективным.

Конструктивно плоский пластинчатый коллектор представляет собой теплоизолированный металлический короб с окрашенной в черный цвет поглощающей пластиной из материала с высокой теплопроводностью, например, меди или алюминия. Для снижения теплопотерь короб снабжен прозрачной или матовой стеклянной или пластиковой крышкой. Солнечный свет проходит через прозрачную крышку и попадает на поглощающие пластины, которые нагреваются, преобразуя солнечное излучение в тепловую энергию.

Ожидаемые результаты:

- Экономичная эксплуатация солнечных коллекторов с плоскими пластинами;
- Более низкие тарифы на теплоснабжение по сравнению с централизованными тепловыми сетями;
- Снижение негативного воздействия на окружающую среду за счет использования ВИЭ.

3. Анализ региональных трендов (Европейский Союз)

3.1. Текущий климат

Изменение климата наносит серьезный гуманитарный, экономический и экологический ущерб Европе - самому быстрорастущему континенту мира. 2022 год был отмечен экстремальной жарой, засухой и лесными пожарами. Температура поверхности моря в Европе достигла новых максимумов, что сопровождалось морскими тепловыми волнами. Таяние ледников было беспрецедентным.

Доклад "Состояние климата в Европе в 2022 году", второй в ежегодной серии, был подготовлен совместно Всемирной метеорологической организацией и Службой изменения климата Европейского союза Copernicus.

В нем показано, что начиная с 1980-х годов потепление в Европе происходит в два раза быстрее, чем в среднем по миру, что оказывает далеко идущее воздействие на социально-экономическую структуру и экосистемы региона. В 2022 году температура в Европе была примерно на 2,3 °C выше среднего доиндустриального уровня (1850-1900 годы), используемого в качестве базового для Парижского соглашения по изменению климата.

Однако, в прошлом году возобновляемые источники энергии впервые произвели больше электроэнергии, чем загрязняющий окружающую среду ископаемый газ. В 2022 году энергия ветра и солнца обеспечила 22,3% электроэнергии в Европейском союзе (ЕС), обогнав ископаемый газ (20%).

Расширение использования возобновляемых и низкоуглеродных источников энергии имеет решающее значение для снижения зависимости от ископаемого топлива. Климатические службы играют ключевую роль в обеспечении устойчивости энергетических систем к климатическим потрясениям, в планировании операций и в обосновании мер по повышению энергоэффективности.

Рекордный тепловой стресс, с которым европейцы столкнулись в 2022 году, стал одним из основных факторов избыточной смертности в Европе, связанной с погодными условиями. К сожалению, это нельзя считать единичным явлением или странностью климата. Современные представления о климатической системе и ее эволюции говорят о том, что такого рода события являются частью закономерности, в соответствии с которой экстремальные тепловые стрессы будут происходить все чаще и интенсивнее по всему региону.

По данным базы данных чрезвычайных происшествий (EM-DAT), в результате метеорологических, гидрологических и климатических бедствий в Европе в 2022 году погибло 16 365 человек и непосредственно пострадало 156 000 человек.

Около 67% событий были связаны с наводнениями и штормами, на которые пришлась большая часть общего экономического ущерба, составившего около 2 млрд. долл. Гораздо более серьезными с точки зрения смертности были тепловые волны, которые, по имеющимся данным, привели к более чем 16000 смертей.

Пожары

Погодные условия не только влияют на здоровье людей, но и обусловливают вероятность возникновения лесных пожаров. Во время нынешней тепловой волны такие условия в основном наблюдались на Пиренейском полуострове, в Северном Марокко и Алжире. В этих регионах наблюдались высокие ночные температуры, которые в большинстве ночей во время этой тепловой волны держались выше 22°C. Низкая относительная влажность воздуха (в юго-западной части Европы она составляла менее 20-10%) способствовала плохому восстановлению влаги за ночь.

Индекс пожарной погоды (FWI) — это метеорологический показатель, используемый во всем мире для оценки пожарной опасности. По данным Службы управления чрезвычайными ситуациями Коперника, его значение составляет около 80, что классифицируется как "очень экстремальное". Это произошло после года, когда площадь сгоревших лесных пожаров стала второй по величине в истории: по оценкам, в 2022 году в странах ЕС сгорело более 900 000 га.

Постоянная засуха и экстремальные температуры в течение летних месяцев привели к значительному увеличению числа дней с FWI выше 50 в юго-западных районах, что классифицируется как "чрезвычайная" пожарная опасность.

Долгосрочные тенденции изменения температуры

Температура воздуха в Европе в целом демонстрирует долгосрочные тенденции к потеплению как для среднегодовых, так и для сезонных значений. Годовая температура 2022 года была второй самой теплой за всю историю наблюдений в Европе и на 0,3°C холоднее, чем в 2020 году, который был самым теплым за всю историю наблюдений. Десять самых теплых лет в Европе отмечались с 2000 года, а пять самых теплых лет - с 2014 года. Лето 2022 года стало самым теплым за всю историю наблюдений, превысив среднюю температуру на 1,4°C.

В начале 1980-х годов средняя температура на европейской территории была лишь немного теплее, чем сто лет назад, но за последние сорок с лишним лет она резко возросла. Среднее значение за последние пять лет примерно на 2,2°C выше, чем типичные значения для второй половины XIX века. Это повышение температуры в Европе примерно на 1°C больше, чем соответствующее повышение для земного шара в целом. Кроме того, за последние десятилетия Европа в целом прогревалась быстрее, чем любой другой континент.

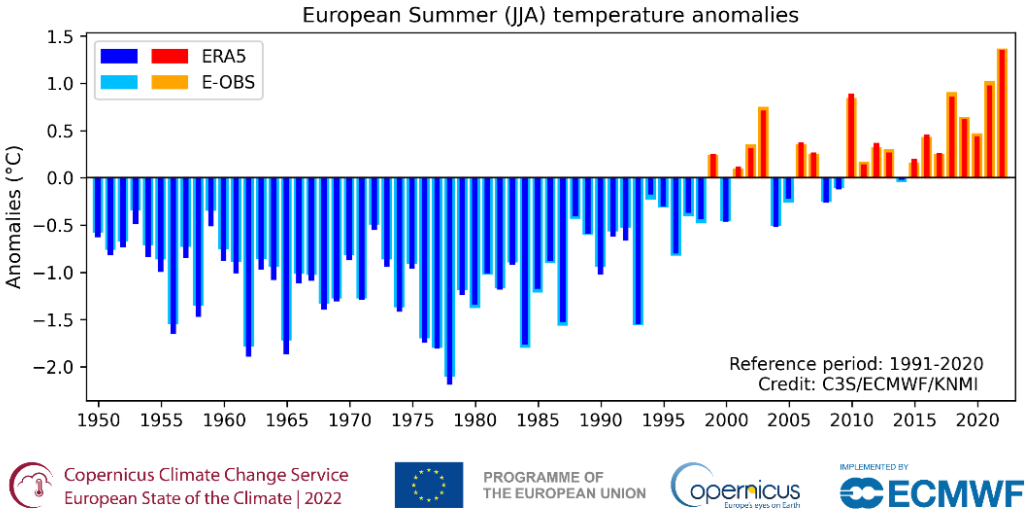


Рисунок 3.1.1. Летние аномалии температуры в Европе

Температура воздуха над сушей в Европе - аномалии для лета (JJA) 1950-2022 гг. относительно среднего значения за референтный период 1991-2020 гг.

Источник данных: ERA5, E-OBS.

В 2022 году на большей части территории региона количество осадков было ниже среднего. Это был четвертый засушливый год подряд на Пиренейском полуострове и третий подряд засушливый год в горных районах Альп и Пиренеев.

Во Франции был самый сухой январь-сентябрь, а в Великобритании и Укле (Бельгия) - самый сухой январь-август с 1976 года., что имело далеко идущие последствия для сельского хозяйства и производства энергии. Запасы воды в Испании к 26 июля сократились до 41,9% от их общей емкости, а в некоторых бассейнах они были еще меньше.

За период с 1997 по 2022 год ледники в Европе потеряли около 880 км^3 льда. Больше всего пострадали Альпы, где средняя толщина льда уменьшилась на 34 м. В 2022 году ледники в Европейских Альпах столкнутся с новым рекордом потери массы за один год, вызванным очень низким количеством снега зимой, очень теплым летом и выпадением пыли из Сахары.

За период с 1972 по 2021 годы Гренландский ледяной щит потерял 5 362 ± 527 Гт льда, что способствовало повышению среднего глобального уровня моря примерно на 14,9 мм. Согласно научным оценкам, в течение 2022 года он продолжал терять массу.

Средняя температура поверхности моря в районе Северной Атлантики была самой теплой за всю историю наблюдений, и на значительной части морей региона наблюдались сильные или даже сильные и экстремальные морские тепловые волны.

Темпы потепления поверхностного слоя океана, особенно в восточной части Средиземного, Балтийского и Черного морей, а также в южной части Арктики, более чем в три раза превышали среднемировые.

Морские тепловые волны приводят к миграции видов и массовым вымираниям, появлению инвазивных видов, нарушению экосистем и биоразнообразия.

Энергетический сектор

Изменчивость климата и долгосрочные климатические изменения влияют на все аспекты энергетического сектора: спрос, предложение и инфраструктуру, обеспечивающую безопасную и надежную работу ("сеть"). Климатические услуги и данные о воздействии имеют жизненно важное значение.

ЕС обязуется к 2030 году увеличить производство энергии из возобновляемых источников как минимум до 42,5% от общего объема потребления, что почти вдвое превышает уровень 2019 года.

В 2022 году в Европе ветровая и солнечная энергетика обеспечит 22,3% электроэнергии, впервые обогнав ископаемое топливо (20%) и угольную энергетику (16%), в том числе благодаря значительному росту мощностей солнечной энергетики, согласно данным Европейского обзора электроэнергетики EMBER.

Кроме того, годовая солнечная радиация в 2022 году была самой высокой с момента начала учета в 1983 году и на 4,9% превысила среднее значение за 1991-2020 годы.

Это подчеркивает важность метеорологических переменных: поверхностной солнечной радиации для фотовольтаики, скорости ветра для ветроэнергетики, осадков и стока для гидроэнергетики.

Как правило, на юге Европы солнечная радиация больше за счет угла наклона солнца и меньшей облачности. Ветроэнергетический потенциал выше над океаном, особенно у побережья Ирландии и Португалии, а также в Эгейском море. Гидроэнергетика напрямую связана с рельефом Европы.

Метеорологические факторы, определяющие потенциал возобновляемой энергетики, имеют большую сезонную изменчивость. Среднемесячная скорость ветра может изменяться от -40% до +80% от средней, количество осадков - ±30%, а поверхностная солнечная радиация - около ±15%.

Солнечное излучение и ветер, как правило, дополняют друг друга в течение года: солнечная радиация выше в летнюю половину года, а интенсивность ветра обычно выше зимой.

За 30-летний период 1991-2020 годы приземная солнечная радиация увеличилась, в то время как скорость ветра и количество осадков не имеют существенной тенденции.

Атомная энергия

В мире за последние три десятилетия возросло число перерывов в работе атомных электростанций из-за неблагоприятных климатических условий, хотя их доля в общем объеме отключений атомной энергетики по-прежнему очень мала. В 2021 году зарегистрированные производственные потери, связанные с погодными условиями, составили около 0,33% мировой выработки атомной энергии. Основными факторами являются низкий речной сток и повышение температуры и экстремальных температур.

При ухудшении климатических сценариев в долгосрочной перспективе в Южной Европе может произойти одно из самых значительных в мире процентных

увеличений экстремальных температур выше 40°C и числа засушливых дней подряд. Этот результат, особенно для потенциальных площадок атомных станций в Южной Европе, подчеркивает необходимость разработки адаптационных положений, связанных с жестким пересмотром требований безопасности, если будет принято решение о продолжении эксплуатации станций.

3.2. Изменение климата приводит к экономическим потерям

За последние 40 лет финансовые потери, вызванные экстремальными погодными и климатическими явлениями, превысили 487 млрд. евро в странах ЕС27. Это значительно больше, чем ЕС тратит за два года на все свои стратегии и программы. Общие затраты были самыми высокими для Германии, Италии и Франции. Дания, Австрия и Люксембург имели самые высокие потери на душу населения.

- Экономический ущерб от наводнений на реках в Европе в среднем превышает 5 млрд. евро в год.
- Лесные пожары ежегодно наносят экономический ущерб в размере около 2 млрд. евро.

Официальные данные о выбросах парниковых газов, представленные 27 государствами-членами ЕС, подтверждают, что Евросоюз полностью достиг поставленных на 2020 год целей в области климата и энергетики. Выбросы парниковых газов в ЕС-27 в 2020 году были на 32% ниже уровня 1990 года, что значительно превысило целевой показатель 2020 года, предусматривающий снижение выбросов на 20%. Частично это снижение в 2020 году можно объяснить пандемией, хотя в 2018 и 2019 годах уровень выбросов уже был ниже целевого показателя на 2020 год.

По предварительным данным, представленным государствами-членами совсем недавно, в 2021 году выбросы парниковых газов увеличатся на 5% по сравнению с уровнем 2020 года. Однако эти расчетные выбросы остаются на 6% ниже уровня 2019 года, и более чем на 8 процентных пунктов ниже целевого показателя 2020 года (смотрите рисунок ниже).

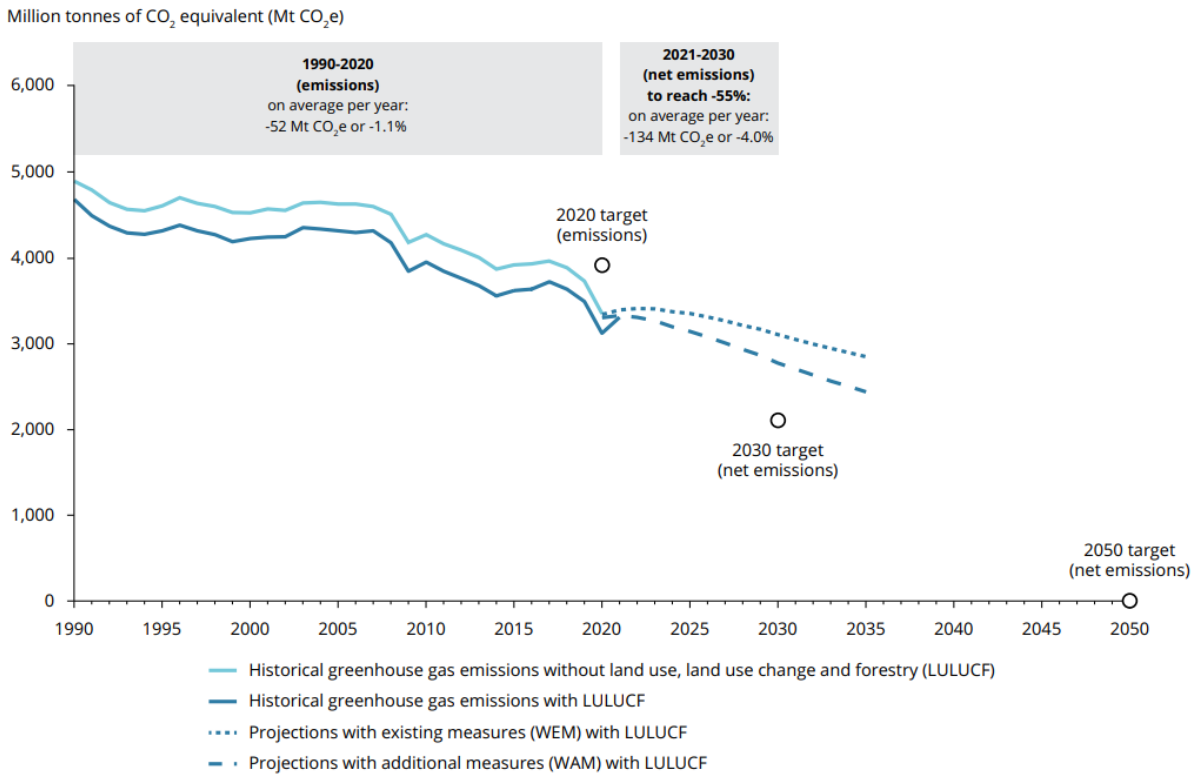


Рисунок 3.2.1. Исторические тенденции и будущие прогнозы выбросов парниковых газов

Примечание: Историческое развитие выбросов парниковых газов показано как без учета сектора землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства (ЗИЗЛХ) (серая сплошная линия, обозначенная как "выбросы"), так и с учетом ЗИЗЛХ (черная сплошная линия, обозначенная как "чистые выбросы"). Серая линия относится к сфере действия целевого показателя на 2020 год, а черная линия отражает сферу действия целевого показателя на 2030 год. Обе эти линии тренда включают приблизительные значения для 2021 года. Прогнозы показаны пунктирной и точечной черными линиями и относятся к сфере действия цели 2030 года, начиная с 2020 года. Прогнозы основаны на самых последних данных, представленных государствами-членами, которые для Дании, Ирландии и Латвии относятся к 2022 году, а для всех остальных государств-членов - к 2021 году. Левая верхняя серая полоса показывает среднегодовое изменение выбросов (включая международную авиацию, но исключая выбросы и поглощения ЗИЗЛХ), произошедшее в период с 1990 по 2020 год. Правая верхняя серая полоса показывает изменение, которое потребуется в период с 2021 по 2030 годы в среднегодовом исчислении для достижения чистого сокращения выбросов на 55% по сравнению с уровнем 1990 года при условии максимального вклада чистой абсорбции в секторе ЗИЗЛХ в достижение союзной цели в 225 мегатонн эквивалента диоксида углерода (MmCO2e) в 2030 году.

Источники: EEA.

Достижения в области сокращения выбросов парниковых газов с 2005 года различаются на отраслевом уровне. В 2021 году выбросы в 27 странах ЕС, охваченных системой торговли квотами на выбросы (ETS), которая в основном охватывает энергоснабжение и промышленность, были на 37% ниже уровня 2005 года. Эти выбросы были на 7% выше, чем в 2020 году, но оставались ниже уровня 2019 года, при аналогичном уровне промышленного производства. В энергетическом секторе продолжался рост производства возобновляемых источников энергии, однако в последние месяцы 2021 года в производстве

ископаемого топлива наблюдался переход от использования природного газа к использованию угля и бурого угля.

В секторах, подпадающих под действие законодательства о распределении усилий, которое устанавливает ежегодные обязательные целевые показатели на уровне государств-членов на 2020 год и впоследствии на 2030 год, по последним оценкам, выбросы в 2021 году увеличились на 4% по сравнению с предыдущим годом. Наиболее заметные изменения произошли на транспорте, где, по оценкам, выбросы увеличились на 8% по сравнению с 2020 годом, но снизились на 7% по сравнению с 2019 годом. Определяющими факторами в этом секторе могут стать падение цен на электромобили и изменения в структуре поездок на работу и обратно после пандемии COVID-19.

В 2020 году европейские леса и почвы, покрытые сектором землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства (LULUCF), удалили из атмосферы 230 мегатонн эквивалента диоксида углерода (MtCO2e), что составляет около 7% от общего объема выбросов парниковых газов в ЕС. Предварительные оценки на 2021 год свидетельствуют о том, что размер поглотителя уменьшился на 8% по сравнению с 2020 годом, продолжая устойчивое снижение размера поглотителя с 2014 года.

В 2020 году уровни конечного и первичного энергопотребления в ЕС-27 были более чем на 5% ниже запланированных на этот год показателей. Таким образом, ЕС-27 достиг целевого показателя энергоэффективности на 2020 год в последний год целевого периода, после того как не успел его выполнить.

Существенное снижение энергопотребления в 2020 году было в значительной степени обусловлено пандемией COVID-19, поскольку в 2020 году промышленный и транспортный секторы замедлили темпы роста или даже остановились на несколько месяцев. Расчетные уровни энергопотребления на 2021 год показывают, что как первичное, так и конечное энергопотребление увеличилось, соответственно, на 6% и 5% по сравнению с уровнем 2020 года. Исходя из этих предварительных значений, уровень энергопотребления в 2021 году останется чуть ниже целевого уровня 2020 года. Рост энергопотребления в 2021 году можно в значительной степени объяснить восстановлением экономики после пандемии. Однако повышение цен на энергоносители со второй половины 2021 года стало явным стимулом к энергосбережению. Кроме того, в 2022 году ожидается сокращение потребления энергии в результате последствий кризиса энергоснабжения, причем Европейская комиссия стремится решить эти новые проблемы в рамках плана REPowerEU.

Что касается производства энергии из возобновляемых источников, то в 2020 году ЕС-27 достиг уровня 22% от общего потребления энергии за счет возобновляемых источников, тем самым выполнив целевой показатель в 20% (см. рис. ES.3). Наибольшая доля возобновляемой энергии наблюдалась в электропотреблении и, в меньшей степени, в отоплении и охлаждении. Благодаря более низкому уровню общего энергопотребления, целевой показатель доли возобновляемых источников энергии в транспортном секторе в 10% в 2020 году был достигнут лишь частично.

По предварительным данным, в 2021 году доля возобновляемых источников энергии в общем энергопотреблении останется на уровне 22%, и, таким образом, высокие темпы роста этой доли, наблюдавшиеся в последние годы, приостановились. Это могло быть связано с уменьшением вклада ветроэнергетики и гидроэнергетики в производство энергии в 2021 году, а также с восстановлением энергопотребления после пандемии. В результате доля возобновляемых источников энергии в электроэнергетике и транспорте в 2021 году сопоставима с показателями 2020 года. Что касается отопления и охлаждения, на долю которых приходится половина общего потребления возобновляемой энергии в ЕС-27, то, согласно оценкам, в 2021 году доля возобновляемых источников энергии немного увеличится - на 0,5%.

Окончательные данные за 2020 год подтверждают, что большинство стран ЕС-27 достигли своих национальных целей в области энергетики и климата.

В общей сложности в 24 странах ЕС (во всех, кроме Кипра, Ирландии и Мальты) выбросы парниковых газов в 2020 году были ниже их национальных целевых показателей в соответствии с Решением о совместном использовании усилий (ESD). Если рассматривать весь период 2013-2020 годов, то выбросы Германии, Мальты и Ирландии в рамках совместных усилий превысили национальные годовые объемы выбросов, выделенные для этих стран. Поскольку в 2020 году для всех этих четырех стран (Кипр, Ирландия, Мальта и Германия) выбросы в результате распределения усилий превысили имеющиеся национальные годовые ассигнования на выбросы, этим странам необходимо использовать некоторые "гибкие возможности", предусмотренные РРУ, чтобы выполнить свои целевые показатели на 2020 год. Если эти четыре страны в достаточной степени воспользуются такими гибкими возможностями, то все страны ЕС-27 достигнут своих целевых показателей по распределению усилий, как и в предыдущие годы.

Что касается возобновляемых источников энергии, то 26 стран (все, кроме Франции) выполнили или перевыполнили свои целевые показатели по доле возобновляемых источников энергии к 2020 году. При этом пять из этих стран (Бельгия, Ирландия, Люксембург, Нидерланды и Словения) использовали статистические трансферты, полученные от других стран (Чехия, Дания, Эстония, Финляндия, Литва и Швеция). Что касается энергоэффективности, то 21 государство-член ЕС сократило конечное энергопотребление настолько, что его уровень оказался ниже ориентировочных целевых показателей на 2020 год. Однако Австрия, Бельгия, Болгария, Германия, Литва и Швеция не сократили конечное энергопотребление настолько, чтобы достичь своих целевых показателей на 2020 год, даже с учетом последствий пандемии COVID-19. Что касается индикативных целевых показателей потребления первичной энергии, то 24 государства-члена достигли своих целевых показателей на 2020 год, в то время как Бельгия, Болгария и Польша этого не сделали.

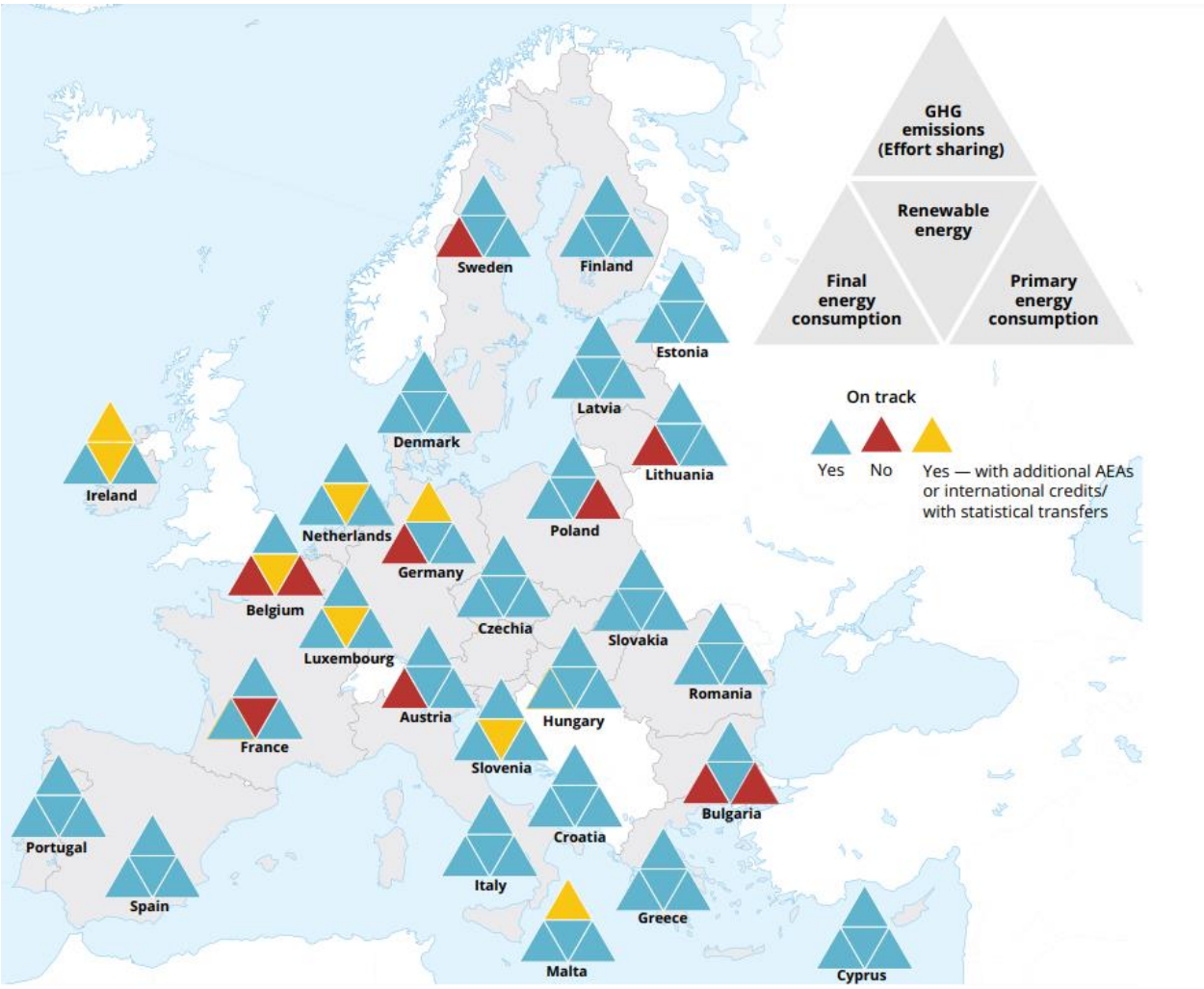


Рисунок 3.2.2. Прогресс государств-членов в достижении национальных целей на 2020 год

В июле 2021 года вступил в силу Европейский закон о климате, устанавливающий цель достижения климатической нейтральности к 2050 году и повышающий цель 2030 года до сокращения к 2030 году чистых выбросов парниковых газов не менее чем на 55% по сравнению с уровнем 1990 года. В своем пакете "Fit for 55", подготовленном в июле 2021 года, Европейская комиссия предложила на 2030 год цели в виде 40% доли возобновляемых источников энергии и сокращения энергопотребления на 9% по сравнению с базовым сценарием 2020 года. Однако в связи с текущим кризисом энергоснабжения в плане REPowerEU на 2022 год предлагаются более высокие цели на 2030 год: доля возобновляемой энергии - 45%, а энергоэффективность - 13% (а не 9%). Кроме того, в июле 2022 года государства - члены ЕС достигли политического соглашения о добровольном сокращении потребления природного газа на 15% в период с 1 августа 2022 года по 31 марта 2023 года.

Для подавляющего большинства государств-членов ЕС текущие прогнозы будущих выбросов парниковых газов были сделаны до принятия Европейского закона о климате, а также предложений "Fit for 55" и REPowerEU. Поэтому неудивительно, что эти последние политические предложения пока не нашли отражения в национальных прогнозах. Что касается чистых выбросов парниковых газов, то совокупные прогнозы государств-членов показывают, что дополнительная

политика и меры, которые они намерены принять в ближайшие годы, обеспечат их сокращение на 41% к 2030 году. Эти прогнозы будут обновлены всеми странами в марте 2023 года. Что касается энергоэффективности и возобновляемых источников энергии, то обновленные данные о национальных вкладах в достижение целевых показателей ЕС будут доступны только в 2023 году, после представления обновленных проектов NECP.

Очевидно, что в ближайшие годы для достижения климатической нейтральности в долгосрочной перспективе необходимо будет обеспечить существенное сокращение выбросов. Для достижения целевого показателя - 55%-ного сокращения чистых выбросов парниковых газов к 2030 году по сравнению с уровнем 1990 года - в период 2021-2030 годов выбросы должны снижаться в среднем на 134 МтCO2e в год. Это меньше, чем чистое сокращение выбросов, достигнутое в 2018-2019 годах (142 МтCO2e), но более чем в два раза превышает среднегодовое сокращение, достигнутое в 1990-2020 годах.

Что касается энергопотребления, то в период 2005-2020 годов наблюдалось среднегодовое сокращение конечного и первичного энергопотребления на 0,9% и 1,2% соответственно. В ближайшие годы эти ежегодные сокращения должны существенно возрасти - для достижения цели на 2030 год, предложенной в плане REPowerEU, потребуется более чем удвоить ежегодную экономию энергии, начиная с 2022 года.

С 2005 года доля возобновляемых источников энергии в валовом конечном энергопотреблении растет в среднем на 0,8 процентных пункта каждый год. Для достижения текущего целевого показателя доли возобновляемых источников энергии к 2030 году, составляющего 32%, рост доли возобновляемых источников энергии в ЕС должен увеличиться в среднем не менее чем на 1,1 процентного пункта в год. Для достижения более высокого целевого показателя доли возобновляемой энергии к 2030 году, предложенного в плане REPowerEU, этот рост должен увеличиться до 2,5 процентных пунктов в год.

3.3. Переход к климатической нейтральности

Нынешний беспрецедентный кризис энергоснабжения и 55%-ная климатическая цель на 2030 год требуют исключительных мер реагирования. 2023 год будет иметь решающее значение в этом отношении: после представления проектов обновленных NECP государства-члены должны будут установить цели и меры на период до 2030 года, которые отражают новые амбиции ЕС и цель климатической нейтральности. Кроме того, в национальные планы восстановления и повышения устойчивости должны быть включены специальные разделы REPowerEU.

Между тем, текущая ситуация в области энергетики и климата нестабильна. Краткосрочные меры по обеспечению энергоснабжения и поддержке наиболее уязвимых домохозяйств необходимы и оправданы. Однако энергосбережение и производство возобновляемой энергии в Европе являются наилучшими решениями проблем, возникающих в связи с развитием энергетического и климатического кризисов. Для того чтобы избежать эффекта "углеродной блокировки"

инфраструктуры, необходимо инвестировать в эту сферу. Несмотря на серьезные проблемы, недавний беспрецедентный рост цен на энергоносители обеспечит более быструю, чем ожидалось, отдачу от инвестиций в энергосбережение и производство энергии из возобновляемых источников внутри страны.

Домашние хозяйства, предприятия и правительства могут помочь направить климатический и энергетический переход в нужное русло, сделав свой выбор в ответ на сложившуюся ситуацию. Производство возобновляемой энергии потребителями является одним из путей, который может поддержать переход. Могут быть сделаны решительные шаги в направлении достижения климатической нейтральности, что позволит ЕС быстро и окончательно избавиться от зависимости от импорта ископаемого топлива.

Энергетический кризис оказывает давление не только на энергоснабжение, но и на сельскохозяйственный сектор. В то же время последствия изменения климата сами по себе нарушают энергоснабжение, например, снижая доступность гидроэнергетики. Сокращение импорта ископаемого топлива не только снизит выбросы, но и может способствовать экономическому развитию ЕС, поэтому ответ на эти разнообразные кризисы должен основываться на комплексном, системном подходе к выработке политики.

Вслед за новаторскими инвестициями в климатические технологии и решения, о которых было объявлено в американском Законе о снижении инфляции, Европа обнародовала собственную стратегию, призванную сохранить глобальную конкурентоспособность в гонке за "чистый ноль".

Лидеры ЕС объявили о восьми стратегических технологиях, которые будут определять "зеленый" сдвиг на всем континенте.

Это солнечная энергия, электролизеры и топливные элементы, ветер, устойчивый биогаз, аккумуляторы и накопители, технологии улавливания и хранения углерода, тепловые насосы и геотермальная энергия, а также сетевые технологии.

Восемь стратегических технологий легли в основу принятого Европейской комиссией Закона о промышленности с нулевым уровнем энергопотребления (NZIA), который еще предстоит обсудить и утвердить, но который является четким сигналом со стороны ЕС о том, чего следует ожидать в ближайшие десятилетия.

Эти технологии будут иметь право на получение специальной поддержки, включая финансовые стимулы и уменьшение бюрократических проволочек. Продолжительность процесса получения разрешений сократится до девяти-двенадцати месяцев в зависимости от мощности, что является серьезным изменением.

Целевые показатели развития низкоуглеродных технологий в ЕС

Предлагаемый Закон о промышленности с нулевым уровнем выбросов повторяет обязательства ЕС по достижению нулевого уровня выбросов к 2050 году и, как ступенька, сокращение выбросов на 55% от уровня 1990 года к 2030 году.

В разделе "Причины принятия закона" комиссия ссылается на недавние планы по развитию низкоуглеродной промышленности в других странах, в том

числе на "зеленую" политику IRA и Китая, а также на японскую программу "Зеленая трансформация" и индийскую схему стимулирования производства.

Предлагаемый закон устанавливает "главный ориентир", согласно которому к 2030 году не менее 40% потребностей в низкоуглеродных технологиях будет удовлетворяться за счет производства на территории ЕС.

В частности, эта цель относится к списку из восьми "стратегических технологий с нулевым уровнем выбросов", в который не входит атомная энергетика. К этим восьми технологиям относятся:

- солнечная энергетика и солнечная теплоэнергетика
- береговая и морская ветроэнергетика
- Аккумуляторы и накопители энергии
- Тепловые насосы и геотермальная энергия
- Электролизеры и топливные элементы
- Экологически чистый биогаз/биометан
- Улавливание и хранение углерода (УХУ)
- Сетевые технологии

В предложении говорится, что 40%-ный показатель представляет собой "общую политическую цель достижения высокой устойчивости стратегических технологий с нулевым энергопотреблением и всей энергосистемы в целом, при этом учитывается необходимость гибкого и диверсифицированного подхода к реализации этой цели".

В документе отмечается, что для некоторых технологий, таких как солнечные фотоэлектрические модули, цифра 40% "представляет собой реалистичные, но амбициозные усилия по наращиванию соответствующих производственных мощностей". (По данным Международного энергетического агентства, в настоящее время Европа импортирует почти все солнечные фотоэлектрические модули - в основном из Китая).

В настоящее время Китай является ведущим мировым поставщиком технологий низкоуглеродной энергетики. По данным Международного энергетического агентства, на его долю приходится не менее 60% мировых производственных мощностей по выпуску солнечных и ветряных батарей и 40% электролизеров.

На приведенной ниже диаграмме, составленной МЭА, красным цветом показано доминирование Китая в производстве низкоуглеродных технологий, таких как солнечная, ветровая энергия и аккумуляторы, в 2021 году.

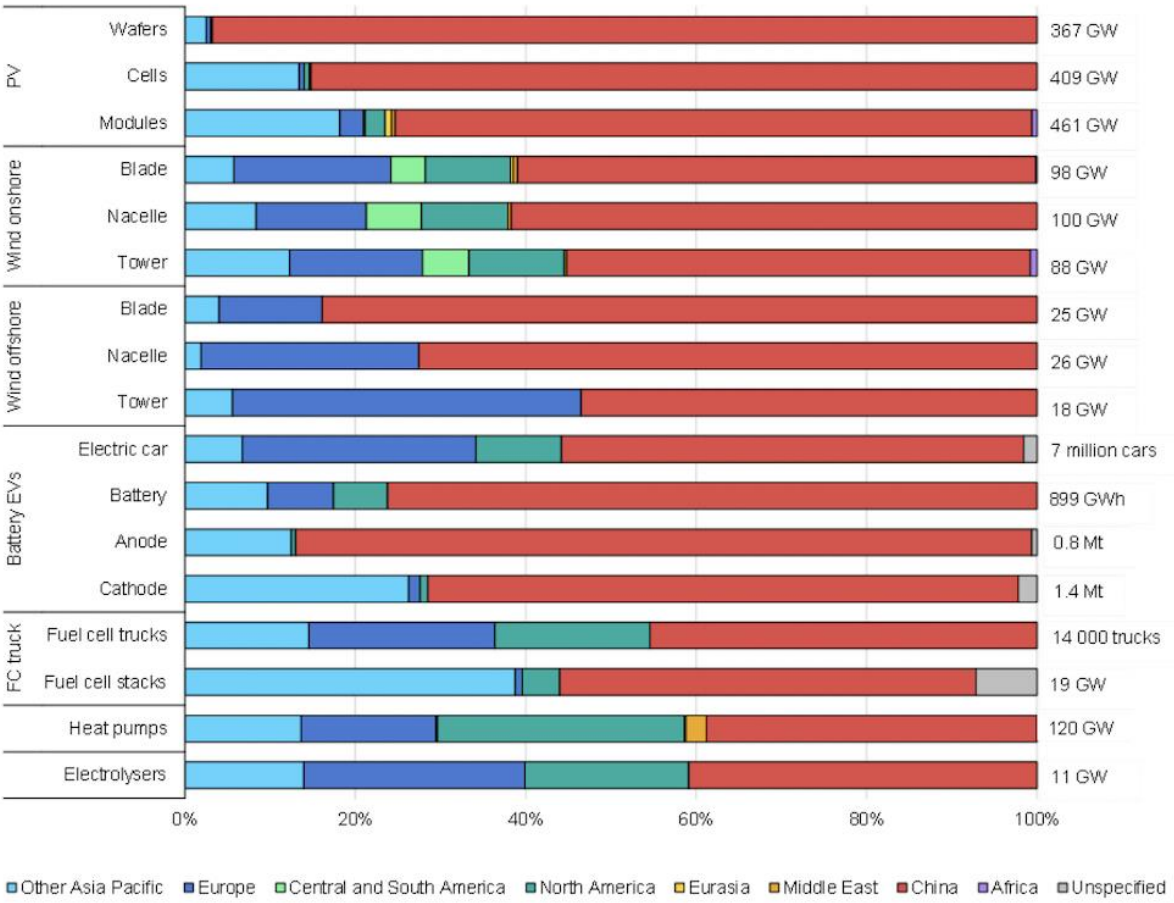


Рисунок 3.3.1. Региональные доли производственных мощностей для низкоуглеродных технологий в 2021 году

Источник: МЭА

Хранение CO2

Включение технологий улавливания и хранения CO2 в число стратегических приоритетов Европы. Дания, Норвегия и Нидерланды - одни из тех стран, которые объявили о новых планах по хранению CO2. Европейские лидеры поддерживают эти технологии, и инвестиции в проекты по улавливанию и хранению CO2 могут быть действительно увеличены, причем не в ближайшее время.

Нет смысла улавливать CO2, если нет места для его хранения. Без создания такой инфраструктуры никак не достичь достойных целей.

Снижение бюрократических барьеров для этой проверенной технологии является ключевым шагом, равно как и обязательство нефтегазовых компаний обеспечить к 2030 году наличие 50 млн. тонн хранилищ CO2 в год. Следует отметить, что закон устанавливает ориентиры для различных технологий и решений, а не жесткие целевые показатели.

В качестве примера можно привести новаторский норвежский проект по созданию хранилища CO2 "Северное сияние", мощность которого на первом этапе составляет всего 1,5 млн. т/год, хотя планируется расширить его до 5 млн. т/год. В то же время в Дании планируется увеличить мощность хранилища до 50 млн. т в год к 2030 году, а аналогичные по масштабам голландские проекты призваны поддержать эту общую цель.

Что, пожалуй, наиболее примечательно в NZIA, так это отсутствие ядерной технологии в качестве стратегической европейской технологии "чистого нуля", хотя она все же упоминается как технология "чистого нуля".

Водород сохраняет свое значение

Существуют целевые показатели по внедрению водорода, например, в ближайшей перспективе - 10 млн. т в год производства в ЕС и столько же импорта к 2030 году.

Это часть плана REPowerEU, суть которого заключается в том, чтобы избавиться от российской энергозависимости и использовать ее в качестве импульса для "зеленого" перехода и создания основы для процветающей европейской индустрии возобновляемой энергетики.

Однако запуск Европейского водородного банка для поддержки рынка возобновляемого водорода и обеспечения безопасности инвесторов в ЕС является явным признаком того, что Европа по-прежнему привержена идее использования водорода в качестве альтернативного топлива.

В США IRA может получить налоговую скидку до 3 долл. за килограмм. Для поддержки производства водорода в ЕС будут организованы аукционы, на которые будет выделено 800 млн. евро (885 млн. долл. США), дающие премию на срок до 10 лет. Это может сделать себестоимость водорода в ЕС конкурентоспособной по сравнению с США в отношении "зеленого" водорода.

Пересмотренный план развития "зеленой" промышленности в Европе

Хотя новые планы призваны обеспечить достижение Евросоюзом поставленных климатических целей и занять лидирующее положение в мире в области экологически чистых технологий и промышленных инноваций, на самом деле они представляют собой лишь объединение многих существующих мер с большей ориентацией на долгосрочную операционную деятельность, чем раньше.

Еврокомиссия стремится ускорить процесс регулирования, чтобы обеспечить быстрое масштабирование технологий. Она устанавливает производственные ориентиры по ключевым технологиям и материалам на территории ЕС, что не так часто встречается в ЕС.

Рыночная модель, которая работала на протяжении многих лет, не так хорошо работает, когда возникает проблема надежности поставок энергии, как это происходит сегодня. Сейчас Европа сталкивается с деглобализацией рынков, а ведь именно глобализация и торговля были основой процветания европейской экономики.

3.4. Отраслевые тренды и прогнозы

К концу 2020 года ЕС-27 полностью выполнил поставленные на 2020 год задачи в области климата и энергетики. Выбросы парниковых газов (парниковых газов) были на 32% ниже уровня 1990 года, что значительно превысило целевой показатель 2020 года, предусматривающий снижение на 20%. Доля

возобновляемых источников энергии в валовом конечном энергопотреблении в 2020 году составила 22%, что на два процентных пункта больше целевого показателя. ЕС-27 также перевыполнил целевой показатель энергоэффективности на 2020 год в последний год, хотя до этого он не был достигнут. Важную роль в этом перевыполнении сыграла пандемия COVID-19, а в отношении возобновляемых источников энергии и выбросов парниковых газов достижение целевых показателей на 2020 год стало, прежде всего, результатом постоянных усилий в течение последнего десятилетия.

По предварительным оценкам, в период с 2021 по 2020 год выбросы парниковых газов увеличились на 5%. Этот рост связан с оживлением деятельности в период восстановления экономики после пандемии COVID-19. Если учесть также выбросы от землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства (LULUCF), то общее чистое сокращение выбросов в 2021 году оценивается в 29% по сравнению с уровнем 1990 года.

В период с 2021 по 2030 годы потребуется еще более значительное сокращение выбросов парниковых газов для достижения чистого сокращения на 55% по сравнению с уровнем 1990 года и обеспечения климатической нейтральности ЕС к 2050 году. Прогнозы показывают, что дополнительные меры и политика, запланированные в ЕС-27, приведут к чистому сокращению выбросов на 41% к 2030 году. Для достижения цели в 55% потребуется дальнейшее внедрение политики и мер по сокращению выбросов во всех секторах.

Для достижения к 2030 году целевого показателя в 32% потребления энергии из возобновляемых источников необходимо продолжать внедрение возобновляемых источников энергии для производства электроэнергии, особенно с учетом дополнительных прямых потребностей в электроэнергии со стороны различных секторов конечного потребления и для производства таких видов топлива, как водород. Для целей отопления, охлаждения, промышленного преобразования и транспорта использование возобновляемых источников энергии должно существенно возрасти. Необходимо начать технологические и инфраструктурные разработки, такие как распространение сетей централизованного тепло- и холодоснабжения.

Усилия по достижению к 2030 году целевого показателя энергоэффективности не менее 32,5% потребуют постоянного интенсивного снижения энергопотребления. Эти сокращения должны выходить далеко за рамки национальных вкладов, установленных государствами-членами в их национальных планах по энергетике и климату (NECP), поскольку они указывают на коллективное отставание в амбициях на 4,6% от текущего целевого показателя конечного потребления энергии на 2030 год.

В настоящее время обсуждаются более высокие цели как в отношении возобновляемых источников энергии, так и в отношении энергосбережения. В рамках пакета "Fit for 55" Европейская комиссия предложила установить к 2030 году 40% энергопотребления из возобновляемых источников и сократить энергопотребление к 2030 году на 9% по сравнению с базовым сценарием 2020 года (ЕС, 2021c). В ответ на текущий энергетический кризис план REPowerEU (ЕС, 2022c) предлагает повысить эти цели до 45% и 13% соответственно. Для

достижения этих более амбициозных целей потребуются значительные усилия и инвестиции.

3.4.1. Выбросы парниковых газов и тенденции развития энергетики на отраслевом уровне

В данном разделе описываются отраслевые изменения. На рисунке ниже представлен обзор исторических и прогнозируемых изменений в каждом секторе, как они определены в табличном примечании. В таблице также показаны различные отраслевые изменения в странах-членах ЕС. В данном разделе освещаются значительные изменения в отдельных странах-членах ЕС, причем многие из этих изменений наблюдались в небольших государствах-членах.

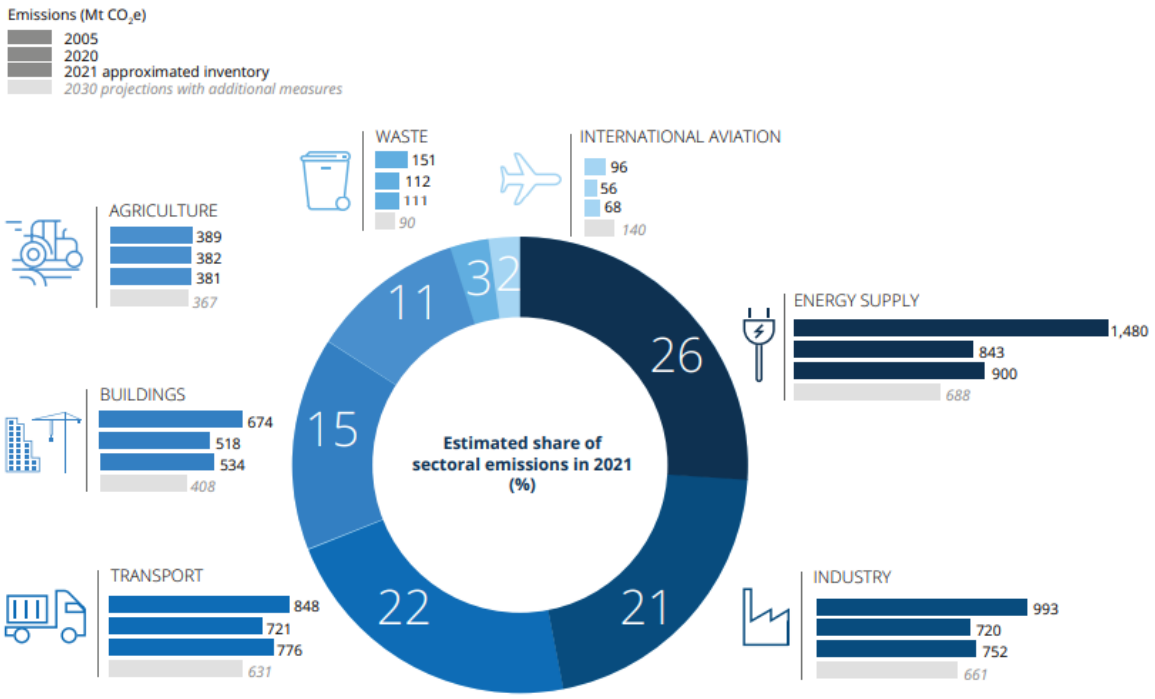


Рисунок 3.4.1.1. Отраслевые тенденции и прогресс в достижении целей на 2020 и 2030 годы в ЕС-27

Примечания: Сектор энергоснабжения охватывает категории кадастра парниковых газов 1.A.1 и 1.B; промышленность - категории 1.A.2 и 2; транспорт - категорию 1.A.3; здания - категории 1.A.4.и 1.A.5; сельское хозяйство - категорию 3; отходы - категорию 5; "международные перевозки" представлены по пунктам меморандума. MS - государство-член; MtCO2e - мегатонны эквивалента углекислого газа; WAM - с дополнительными мерами; WEM - с существующими мерами.

Источники: EEA

Наибольшая доля выбросов в ЕС-27 приходится на сектор энергоснабжения (например, производство электроэнергии и тепла, добыча и переработка нефти и газа, добыча угля) несмотря на то, что в период с 2005 по 2020 год общий объем выбросов в этом секторе сократился примерно на 43%. Согласно косвенным оценкам, в период с 2020 по 2021 год выбросы увеличатся на 7%, что в основном

будет обусловлено переходом от использования природного газа к другим видам ископаемого топлива в результате резкого роста цен на газ и повышения спроса на энергоносители в условиях восстановления экономики после пандемии. В период с 2019, то есть до пандемии, по 2021 год выбросы в энергетическом секторе сократились в целом на 7%. Рост выбросов в 2020-2021 годах контрастирует с показателями предыдущих лет: с 2005 года наблюдалось сокращение выбросов, в основном за счет снижения углеродоемкости топлива и, в первую очередь, за счет более широкого использования возобновляемых источников энергии.

В период с 2005 по 2020 год доля возобновляемых источников в потребляемой электроэнергии в ЕС-27 выросла с 16% до 37%, что соответствует среднему приросту в 1,4 процентных пункта в год. Следует, однако, отметить, что увеличение доли в период с 2019 по 2020 год произошло в основном за счет общего сокращения общего объема производства электроэнергии, связанного с пандемией. В 2021 году доля возобновляемых источников электроэнергии, по оценкам, составит 38%.

Сектор энергоснабжения является крупнейшим из секторов, охваченных системой торговли квотами на выбросы (ETS) ЕС, в рамках которой с 2005 года применяется цена на выбросы CO2. Эта цена на CO2 стала важным фактором снижения выбросов парниковых газов, тем более что за последние годы она выросла с примерно EUR5/тCO2 в 2017 году до EUR25/тCO2 в 2020 году и поднялась до более чем EUR80/тCO2 в 2021 году (ЕС, 2021k; Ember, 2022; ETC/CM). Цена оставалась в этом диапазоне большую часть 2022 года, вплоть до момента публикации (Ember, 2022). Кроме того, многие страны создали схемы субсидирования для поддержки производства электроэнергии из возобновляемых источников.

В секторе энергоснабжения, согласно прогнозам, текущая политика и меры позволят к 2030 году сократить выбросы еще на 3 процентных пункта по сравнению с уровнем 2020 года. Предполагается, что дополнительные меры национальной политики приведут к существенному дополнительному сокращению выбросов, и, по прогнозам, к 2030 году выбросы в этом секторе сократятся более чем в два раза по сравнению с уровнем 2005 года. Несмотря на ожидаемое сокращение выбросов, во многих государствах-членах ЕС ожидается рост спроса на электроэнергию в результате развития других секторов. В связи с растущей электрификацией транспорта и зданий, а также дополнительным спросом на электроэнергию со стороны промышленности, в том числе для производства водорода в соответствии с амбициями ЕС, предложенными в плане REPowerEU, параллельно растет потребность в дополнительных мощностях возобновляемой энергетики. Кроме того, в ближайшие годы решающее влияние на выбросы в секторе энергоснабжения окажет способ замещения импорта российского природного газа. На страновом уровне при учете дополнительных мер политики и мероприятий прогнозируется, что в период с 2005 по 2030 год выбросы сократятся в наибольшей степени в Люксембурге (-92%) и в наименьшей - в Бельгии (-4%). Эти изменения в основном связаны с закрытием электростанций, работающих на ископаемом топливе, в Люксембурге (Luxembourg, 2020; industri.lu, 2021) и заменой атомной энергетики газовыми электростанциями в Бельгии (Belgium, 2019). Из общего сокращения выбросов, ожидаемого в целом по ЕС к 2030 году в абсолютном выражении по

сравнению с 2005 годом, 26% прогнозируется за счет сокращения выбросов в Германии, где будут полностью выведены из эксплуатации атомные электростанции и согласован план постепенного отказа от угля (BMUV, 2021). По предварительным оценкам на 2021 год, доля возобновляемых источников энергии в потреблении электроэнергии в Чехии и на Мальте была значительно ниже среднего показателя по ЕС и составляла 14% и 10% соответственно.

В 2021 году промышленная деятельность привела к выбросам 21% от общего объема выбросов парниковых газов в ЕС-27. Эти выбросы представляют собой совокупность выбросов различных отраслей промышленности (обрабатывающая промышленность, строительство, производство цемента и т.д.), выработку электроэнергии и тепла на промышленных объектах (так называемых "автопроизводителях") и выбросы, связанные с технологическими процессами. В период с 2005 по 2020 год общий объем выбросов от промышленности сократился на 28%. По предварительным оценкам, в 2021 году промышленные выбросы будут на 24% ниже уровня 2005 года. Этот рост выбросов отражает восстановление экономики после пандемии COVID-19. Однако по сравнению с 2019 годом выбросы в 2021 году, по оценкам, сократятся на 3%.

На основе прогнозов промышленных выбросов ожидается небольшое снижение на 3-5 процентных пунктов между текущим уровнем и 2030 годом. Около 75% выбросов в этом секторе охватываются EU ETS, однако из-за свободного распределения квот во избежание утечки углерода и более высоких затрат на соответствующие изменения в технологических процессах цена ETS на CO2 оказывает меньшее влияние на промышленный сектор, чем на энергетический. Наибольшее сокращение выбросов прогнозируется в Дании, где в период с 2005 по 2030 год ожидается снижение выбросов на 53%. Это связано главным образом с сильным сокращением выбросов, связанных с энергетикой, в промышленном секторе (Denmark, 2021). С другой стороны, исторический рост выбросов в этом секторе на Мальте, связанный с использованием гидрофторуглеродов (ГФУ) в холодильной технике и кондиционировании воздуха, согласно прогнозам, сохранится (Reportnet, 2022).

Транспортный сектор является вторым по величине источником выбросов в ЕС-27, и выбросы от этого сектора практически полностью покрываются национальными целевыми показателями выбросов. В период с 2005 по 2020 год выбросы от транспорта сократились на 15%, в основном за счет снижения транспортной активности в связи с пандемией в 2020 году. По предварительным оценкам, в 2021 году выбросы от транспорта увеличатся на 8% по сравнению с 2020 годом, что соответствует снижению на 7% по сравнению с 2019 годом. Только решительные усилия смогут сохранить эту тенденцию к снижению, поскольку в 2021 году выбросы будут лишь на 8% ниже уровня 2005 года. Более жесткие целевые показатели ЕС по выбросам CO2 для всего автопарка, которые начали применяться с 2020 года, уже оказали положительное влияние на снижение выбросов вновь зарегистрированных легковых автомобилей и микроавтобусов. Средний уровень выбросов CO2 новых легковых автомобилей и микроавтобусов, зарегистрированных в ЕС, Исландии, Норвегии и Великобритании в 2020 году, снизился на 12% по сравнению с 2019 годом. В 2021 году наблюдалось

дополнительное снижение на 12% по сравнению с 2020 годом. Это произошло в основном благодаря заметному увеличению числа зарегистрированных автомобилей с нулевым и низким уровнем выбросов, причем доля аккумуляторных электромобилей в общем числе новых регистраций в 2021 году выросла до 10% (EEA, 2021e).

По прогнозам государств-членов, существующие меры и политика позволят к 2030 году сохранить выбросы, связанные с транспортом, примерно на уровне 2020 года. Сокращение выбросов прогнозируется только в том случае, если будут приняты дополнительные меры, помимо тех, которые действуют в настоящее время. При реализации этих дополнительных мер к 2030 году выбросы от транспорта могут снизиться на 26% по сравнению с уровнем 2005 года, что на 19% ниже оценок выбросов на 2021 год. Важную роль в достижении более существенного сокращения выбросов могут сыграть принятые в ЕС нормы выбросов CO2 для легковых автомобилей и микроавтобусов, а также большегрузных автомобилей и введение цен на выбросы углерода. Кроме того, определяющими факторами могут стать снижение цен на электромобили и изменения в структуре поездок на работу и обратно, вызванные COVID-19 (EC, 2022e). Результатом этих мер должна стать четкая тенденция к снижению выбросов в транспортном секторе для достижения к 2050 году 90-процентного сокращения выбросов парниковых газов, связанных с транспортом, как это предусмотрено в Европейском "зеленом курсе".

Наибольшее относительное сокращение выбросов в период с 2005 по 2030 годы прогнозируется в Люксембурге (-54%). Это сокращение основывается на уже достигнутом в этой стране максимальном относительном сокращении выбросов в период с 2005 по 2020 год, а также на эффекте от уже реализуемых дополнительных мер и политики.

В своем национальном плане по энергетике и климату (NECP) Люксембург отмечает, что значительный вклад в это снижение внесло сокращение "танкового туризма", а также резко возросшая электрификация транспортного сектора (Luxembourg, 2019). В ряде государств - членов ЕС (Болгария, Мальта, Польша, Румыния, Словакия, Словения и Хорватия) прогнозируется рост выбросов в период с 2005 по 2030 год, причем наибольший рост, даже с учетом дополнительных мер и политики, на 80% прогнозируется в Румынии. Такое увеличение связано с прогнозируемым экономическим ростом и тем, что Румыния считается транзитной зоной. В прогнозном отчете Румынии говорится, что без принятия ряда мер выбросы увеличатся еще больше (Romania, 2020).

В 2020 году на долю возобновляемых источников энергии пришлось 10,2% валового конечного потребления энергии в транспортном секторе. В 2019 году эта доля составляла 8,8%, а значительный рост между 2019 и 2020 годами также связан с падением общего спроса на транспортные услуги из-за пандемии. Прогнозные оценки на 2021 год показывают стагнацию на уровне 10,2%. Электромобильность и смешанное биотопливо являются важными вариантами снижения выбросов и увеличения доли возобновляемых источников энергии на транспорте в странах ЕС-27. Однако простое замещение транспортного топлива оказывает давление на секторы землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства

(LULUCF), сельского хозяйства и энергоснабжения, поскольку ресурсы этих секторов необходимы и в других областях. Инициативы, изложенные в новой редакции Директивы по возобновляемым источникам энергии (RED II), уравновешивают эти тенденции, усиливая меры, связанные с устойчивостью биотоплива, и поощряя использование сырья на основе отходов. Энергетический кризис оказывает дополнительное давление не только на сектор энергоснабжения, но и на сельскохозяйственный сектор, который подвержен перебоям, в частности, на рынке удобрений. Решение проблемы использования видов транспорта и спроса на них станет дополнительным важным элементом комплексного, системного подхода к выработке политики.

Предварительные оценки на 2021 год показывают, что эмиссия международной авиации частично восстановилась до уровня, на 26% превышающего уровень 1990 года. Прогнозы, в которых, как правило, не учитываются все последствия пандемии, предполагают рост еще на несколько процентных пунктов в период с 2019 по 2030 год. Выбросы от внутренних и международных рейсов между аэропортами в пределах Европейской экономической зоны охватываются EU ETS. Согласно прогнозам, в период с 2005 по 2030 год выбросы от международных рейсов увеличатся во всех государствах-членах ЕС, причем в семи странах (Болгарии, Хорватии, Латвии, Литве, Мальте, Польше и Словении) они возрастут более чем в два раза. В целом исторические и прогнозируемые изменения выбросов в этом секторе не соответствуют тем сокращениям, которые необходимы для достижения долгосрочной цели нейтральности в 2050 году.

На уровне ЕС международные выбросы, связанные с морскими перевозками, сократились на 20% в период с 2005 по 2020 год, хотя в 2020 году выбросы все еще были значительно выше, чем в 1990 году. Предварительные оценки на 2021 год показывают, что международные выбросы от морских перевозок еще немного снизились. Указанные выбросы основаны на данных о проданном топливе и связаны не только с транспортной деятельностью. Выбросы CO2 от фактического движения крупных судов, заходящих в порты ЕС, отслеживаются с 2018 года в соответствии с Положением ЕС о мониторинге, отчетности и верификации (Regulation (EU) 2015/757). Согласно прогнозам, к 2030 году выбросы в этом секторе вернутся примерно к уровню 2005 года, а дополнительные меры, как ожидается, окажут лишь незначительное влияние. Для этого сектора характерна большая вариативность выбросов в отдельных государствах-членах. В то время как некоторые государства-члены в силу своего географического положения сообщили о незначительных выбросах или вообще не сообщили о них, в 2005 году более 75% выбросов пришлось на долю пяти государств-членов (Бельгия, Франция, Греция, Нидерланды и Испания). Из них три государства прогнозируют значительное сокращение выбросов в период с 2005 по 2030 год - на 20% (Греция), 26% (Нидерланды) и 47% (Франция), а два государства прогнозируют их увеличение - на 28% (Бельгия) и 15% (Испания).

Законодательный пакет "Fit for 55", который в настоящее время находится на стадии переговоров, содержит различные элементы, касающиеся судоходства и авиации. Предложение ReFuelEU Aviation направлено на снижение экологического

следа авиационного сектора, а предложение FuelEU Maritime - на снижение интенсивности выбросов парниковых газов при использовании энергии на борту судов. Пересмотр авиационных правил в рамках EU ETS направлен на увеличение вклада авиационного сектора в сокращение выбросов и подготовку к внедрению Схемы Международной организации гражданской авиации по компенсации и сокращению выбросов углерода для международной авиации, в случае необходимости, для международных рейсов. Кроме того, предлагаемое расширение EU ETS за счет включения в нее морского сектора позволит охватить выбросы CO2 крупными судами, заходящими в порты ЕС.

В 2021 году прямые выбросы в секторе зданий составили в общей сложности 15% выбросов в ЕС-27. По предварительным оценкам, с 2005 года выбросы в этом секторе сократились на 21%. Выбросы от централизованного теплоснабжения и потребления электроэнергии в зданиях не относятся к сектору зданий, а учитываются в энергетическом секторе. Оставшиеся выбросы в секторе зданий в основном покрываются национальными целевыми показателями выбросов в соответствии с законодательством о распределении усилий.

Использование возобновляемых источников энергии для отопления и охлаждения растет медленно: в период с 2005 по 2020 год доля возобновляемых источников, используемых для отопления и охлаждения, увеличивалась в среднем на 0,7 процентных пункта в год по странам ЕС-27 и в 2020 году достигла 23%. По предварительным оценкам, в 2021 году эта доля увеличится до 24%. Топливо из биомассы (включая биогенную часть твердых бытовых отходов) вносит значительный вклад во все виды топлива, используемые для отопления и охлаждения, составляя 84% от всех возобновляемых источников энергии, используемых для отопления и охлаждения в 2020 году (EEA, 2020). Увеличение этих долей сдерживается ограниченными возможностями. Доля энергии от тепловых насосов в валовом конечном потреблении энергии на отопление и охлаждение для ЕС-27 в 2020 году составит всего 3%. Внедрение тепловых насосов растет очень медленно, но, судя по всему, его ускорит нынешний энергетический кризис, вызванный вторжением России на Украину. Среди прочих мер, касающихся зданий, планы REPowerEU и EU SAVE направлены на удвоение темпов внедрения тепловых насосов, что приведет к установке 10 млн. единиц в ЕС в течение следующих 5 лет (EC, 2022b, 2022g). Внедрение тепловых насосов является важной мерой не только для увеличения использования возобновляемых источников энергии в строительном секторе, но и для достижения целевых показателей конечного потребления энергии в ЕС, а также национальных вкладов в эти показатели. Поскольку тепло окружающей среды исключено из определения целевого показателя конечного энергопотребления в соответствии с Директивой по энергоэффективности (ЕС) 2018/2002, переход от использования ископаемого топлива к использованию тепловых насосов облегчит достижение целевого показателя конечного энергопотребления.

В перспективе до 2030 года ожидается значительное дополнительное сокращение выбросов в секторе зданий даже при использовании только существующих мер и политики, что приведет к прогнозируемому сокращению выбросов на 32% по сравнению с уровнем 2005 года. Ожидается, что

дополнительные меры и политика приведут к дополнительному сокращению на 7 процентных пунктов. Это не половина сокращения, предусмотренного в целевом плане по климату на 2030 год, в котором ставится задача сокращения выбросов на 60% и более по сравнению с уровнем 2015 года (ЕС, 2022a). Наибольшее сокращение выбросов прогнозируется для Дании (-77%); это связано со значительным увеличением использования биогаза (Дания, 2021). Два государства-члена ЕС прогнозируют увеличение выбросов в этом секторе в период с 2005 по 2030 годы: Мальта (+21%) и Румыния (+6%). В Румынии прогнозируемое увеличение выбросов связано с прогнозируемым повышением уровня доходов на одно домохозяйство, что приведет к росту потребления энергии (Romania, 2020 г.). На Мальте высокий процентный рост обусловлен прогнозируемыми изменениями в очень низких абсолютных цифрах; тем не менее, было отмечено прогнозируемое увеличение, которое коррелирует с ростом потребления электроэнергии для кондиционирования воздуха (Reportnet, 2022). Для достижения новых климатических целей Европейская комиссия предложила ввести ценовой сигнал на CO2, который будет распространяться на сектор зданий, а также пересмотреть Директиву по энергоэффективности, Директиву по возобновляемым источникам энергии и Директиву по энергетическим характеристикам зданий (ЕС, 2021e).

Выбросы от сельского хозяйства составляют около 11% выбросов ЕС-27 и полностью покрываются национальными целевыми показателями выбросов в соответствии с законодательством о разделении усилий. Выбросы от сельского хозяйства в 2019 и 2020 годах были примерно такими же, как в 2005 году; более заметное сокращение выбросов в этом секторе произошло до 2005 года. Предварительные оценки на 2021 год показывают, что выбросы в сельском хозяйстве останутся практически неизменными. Прогнозы, основанные на существующей политике и мерах в ЕС, показывают, что к 2030 году сокращение выбросов в сельском хозяйстве практически не произойдет, а дополнительные меры, как ожидается, окажут лишь незначительное влияние. Основным источником выбросов в этом секторе являются выбросы от животноводства. Такие государства-члены, как Мальта, сократившая поголовье скота (EEA, 2022b), демонстрируют наибольшее снижение выбросов в исторической и прогнозируемой динамике. В то же время наибольший рост выбросов прогнозируется в Болгарии - на 49% в период с 2005 по 2030 год, что почти вдвое превышает рост, уже наблюдавшийся в период с 2005 по 2020 год. Это увеличение напрямую связано с прогнозируемым ростом сельскохозяйственного сектора в Болгарии (Bulgaria, 2020). Особенно важно будет бороться с выбросами от животноводства, чтобы привести сельскохозяйственный сектор в соответствие с целями ЕС по сокращению выбросов, тем более что в 2050 году этот сектор, как ожидается, будет доминировать в остаточных выбросах (EEA, 2021b).

На долю сектора отходов в 2021 году приходилось всего 3% выбросов парниковых газов, и он включен в национальные целевые показатели выбросов в соответствии с законодательством о распределении усилий. С 2005 года выбросы, связанные с отходами, значительно сократились, составив к 2020 году 26%. Предварительные оценки на 2021 год показывают, что выбросы от сектора отходов сократятся еще незначительно - до 27% по сравнению с уровнем 2005 года. На 2030

год прогнозируется дальнейшее сокращение еще на 12-14 процентных пунктов. Из стран ЕС наибольшее прогнозируемое сокращение выбросов, связанных с отходами, отмечено в Германии, где в период с 2005 по 2030 год ожидается снижение выбросов на 76%, что почти вдвое меньше, чем в настоящее время. Это прогнозируемое сокращение обусловлено в основном снижением выбросов метана от захоронения отходов, которые резко сократились после введения запрета на захоронение органических отходов. Кроме того, прогнозируется эффективность мер по вентиляции полигонов и оптимизации сбора газа (BMUV, 2021). В то же время выбросы в Дании и на Мальте снизились с 2005 года, но в период до 2030 года прогнозируется их дальнейший рост. На Мальте прогнозируется, что выбросы от сжигания и биологической обработки в ближайшие годы сначала увеличатся, а затем будут медленно снижаться (Reportnet, 2022). В Дании в ближайшие годы существенно возрастет производство биогаза из отходов, а также увеличится объем выбросов метана в результате утечек.

Сектор ЗИЗЛХ является чистым поглотителем на уровне ЕС, однако в период с 2005 по 2020 годы он сократился более чем на четверть. Прогнозы, основанные на существующих мерах, показывают, что к 2030 году чистый сток продолжит сокращаться. Ожидается, что дополнительные меры политики и меры, предусмотренные в настоящее время государствами-членами, позволят довести объем поглощения в 2030 году до уровня 2021 года.

Для достижения 55%-ной климатической цели ЕС на 2030 год необходимо предусмотреть чистую абсорбцию в секторе ЗИЗЛХ в объеме до 225 мегатонн эквивалента диоксида углерода (MtCO2e). Однако в соответствии с Европейским законом о климате национальные целевые показатели ЗИЗЛХ, предложенные в пересмотренном варианте Положения о ЗИЗЛХ, составляют в целом 310 МтСО2э на 2030 год. При достижении этого целевого показателя чистого поглощения в ЗИЗЛХ ЕС и выполнении целевых показателей сокращения выбросов в других секторах чистое сокращение выбросов в ЕС к 2030 году достигнет примерно 56,5% по сравнению с уровнем 1990 года. Для достижения этого уровня абсорбции в секторе ЗИЗЛХ необходимы срочные меры, поскольку многие варианты снижения выбросов требуют нескольких лет для того, чтобы привести к абсорбции. Для увеличения объемов накопления углерода в лесах, продукции из биомассы и усиления замещения материалов необходима целостная оценка последствий увеличения объемов лесозаготовок, практики лесопользования и новых лесных площадей (JRC, 2021).

3.5. Выбросы парниковых газов и тенденции развития энергетики в европейских странах

ЕС выполнил свои целевые показатели по климату и энергетике на 2020 год. На уровне государств-членов несколько стран продемонстрировали особенно высокие достижения, которых оказалось более чем достаточно, чтобы компенсировать те страны, которые не смогли достичь своих национальных целей (по законодательству о распределении усилий, по энергоэффективности и доле

возобновляемых источников энергии) на 2020 год без использования гибких возможностей. В общей сложности 13 странам (Венгрия, Греция, Дания, Испания, Италия, Латвия, Португалия, Румыния, Словакия, Финляндия, Хорватия, Чехия и Эстония) не потребовалось использовать гибкие возможности ни в одной целевой области, и они остались в рамках установленных на 2020 год ограничений по выбросам парниковых газов (парниковых газов) и энергопотреблению, а также выполнили или превысили свои целевые показатели по доле возобновляемых источников энергии. Еще шесть стран (Ирландия, Кипр, Люксембург, Мальта, Нидерланды и Словения), воспользовавшись гибкими возможностями Решения о распределении усилий и/или статистическими переносами в рамках Директивы по возобновляемым источникам энергии, находятся на пути к достижению своих целевых показателей на 2020 год по всем направлениям.

- Общий объем выбросов парниковых газов в 2020 году на уровне ЕС снизился на 10% по сравнению с 2019 годом. В общей сложности в 24 странах ЕС (во всех, кроме Кипра, Ирландии и Мальты) выбросы парниковых газов в соответствии с законодательством о распределении усилий в 2020 году были ниже национальных целевых показателей. В двух государствах-членах (Хорватии и Румынии) выбросы в соответствии с законодательством о распределении усилий в 2020 году увеличились, что частично объясняется выбросами в энергетическом и промышленном секторах, которые не охвачены системой торговли выбросами ЕС (ETS).

- В общей сложности 26 стран (все, кроме Франции) выполнили или перевыполнили свои целевые показатели по доле возобновляемых источников энергии на 2020 год. При этом пять стран (Бельгия, Ирландия, Люксембург, Нидерланды и Словения) использовали статистические трансферты, полученные от других стран (Чехия, Дания, Эстония, Финляндия, Литва и Швеция).

- В области энергоэффективности 21 государство-член ЕС сократило конечное энергопотребление настолько, что его уровень оказался ниже индикативных целевых показателей на 2020 год. Однако Австрия, Бельгия, Болгария, Германия, Литва и Швеция не сократили конечное энергопотребление настолько, чтобы достичь своих целевых показателей на 2020 год, даже с учетом последствий пандемии COVID-19. Что касается ориентировочных целевых показателей потребления первичной энергии, то 24 государства-члена (все, кроме Бельгии, Болгарии и Польши) достигли своих ориентировочных показателей на 2020 год или оказались ниже их.

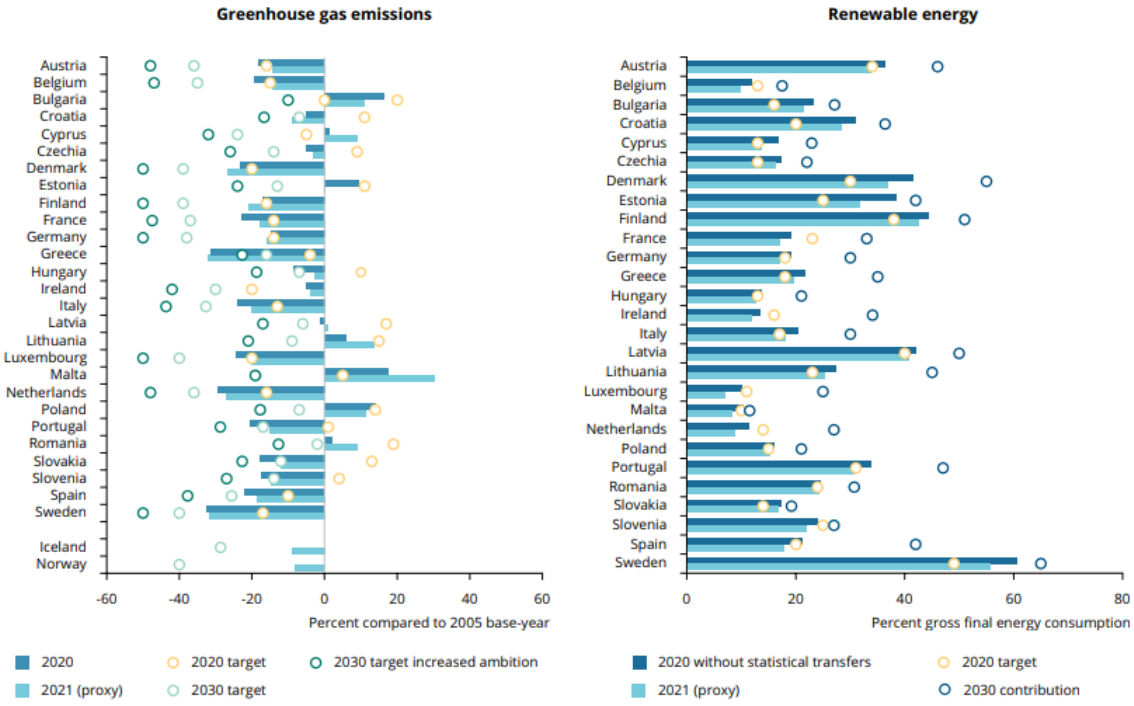
- Что касается 2030 года, то большинству стран ЕС необходимо будет продолжать и наращивать усилия, хотя некоторые из них уже достигли своих целей на 2030 год в 2020 году:

- Венгрия, Греция, Португалия, Словакия, Словения и Хорватия в 2020 году находились ниже своих текущих предельных уровней выбросов парниковых газов на 2030 год.

- Уровни конечного потребления энергии в Бельгии, Болгарии, Венгрии, Греции, Дании, Ирландии, Италии, Кипре, Мальте, Румынии, Словении, Финляндии, Хорватии и Эстонии были ниже целевых показателей на 2030 год.

- Доля возобновляемых источников энергии ни в одной из стран не достигла целевого показателя на 2030 год или превысила его. Для достижения национальных целей на 2030 год этим странам потребуется сохранить достигнутый прогресс в течение ближайшего десятилетия, особенно в период восстановления после пандемии COVID-19.

Если в предыдущем разделе рассматривался прогресс в отдельных секторах и отмечались существенные отраслевые сдвиги в отдельных европейских странах, то в данной главе более широко рассматривается прогресс во всех странах-членах ЕС с точки зрения сокращения выбросов, доли возобновляемых источников энергии и энергопотребления. На рисунке ниже показано, как сегодня обстоят дела в странах ЕС в отношении их целей и вклада на 2020 и 2030 годы в области законодательного регулирования выбросов, доли возобновляемых источников энергии и энергоэффективности с точки зрения конечного потребления энергии и потребления первичной энергии. В соответствии с Директивой по энергоэффективности страны устанавливают свои собственные национальные, не имеющие обязательной силы целевые показатели, основанные на первичном или конечном энергопотреблении, на экономии первичной или конечной энергии или на энергоемкости. Директива требует, чтобы государства-члены также выражали эти цели в абсолютных показателях первичного и конечного энергопотребления, оба показателя представлены на рисунке ниже.



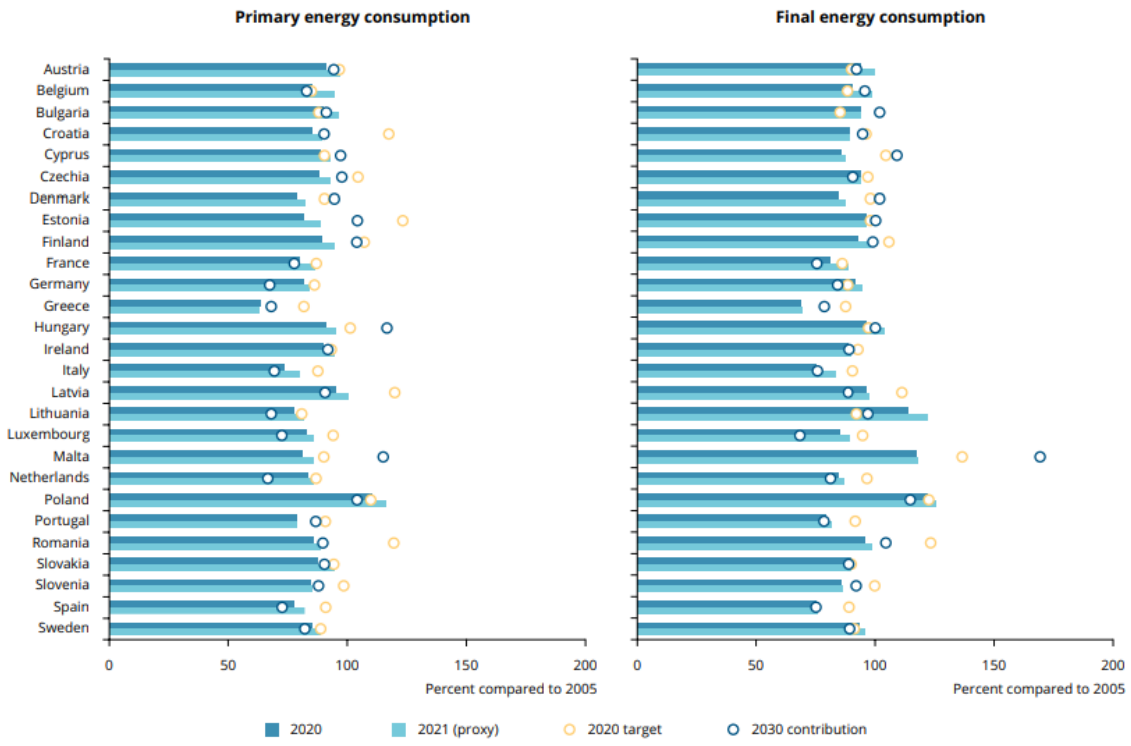


Рисунок 3.5.1. Достижение национальных целей на 2020 год и прогресс в достижении целей и вклада на 2030 год

Примечание: Черными точками обозначен целевой показатель на 2020 год, а белыми точками с черным контуром - имеющиеся на данный момент целевые показатели на 2030 год (по законодательству о совместном использовании усилий) или вклад (для доли возобновляемой энергии и энергоэффективности). Для выбросов и энергоэффективности по законодательству о совместном использовании усилий целевой показатель или вклад считается достигнутым, если цветная полоска находится на уровне или ниже целевого показателя или вклада. Для доли возобновляемой энергии целевой показатель считается достигнутым, если оранжевая полоса превышает указанный целевой показатель или вклад. Для выбросов в результате совместного использования усилий используются текущие целевые показатели ограничения на 2030 год, установленные в Положении о совместном использовании усилий (ESR), и пересмотренные целевые показатели для повышения амбициозности ЕС на 2030 год, предложенные в Положении о совместном использовании усилий.
Показаны текущие цели по ограничению выбросов в результате совместного использования усилий к 2030 году и пересмотренные цели по повышению амбициозности ЕС к 2030 году, предложенные в пакете "Fit for 55". Целевые показатели ESR на 2030 год были опубликованы с использованием потенциалов глобального потепления (ПГП) из Пятого оценочного доклада (AR5) Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК). Для сравнения с представленными прогнозами выбросов парниковых газов и историческими данными инвентаризации была проведена оценка ежегодных распределений выбросов на 2030 год по Четвертому оценочному докладу (AR4) МГЭИК. В качестве эталона для значений 2020 года использовался базовый 2005 год ESD, а для значений 2030 и 2021 годов - базовый 2005 год ESR, также оцененный с использованием парниковых ПГП из AR4.
Источники: ЕС (2021j); EEA (EEA, 2019b, 2022b, c); ESA (2021); Eurostat (2022c, 2022d).

Решение о распределении усилий (ESD) устанавливает национальные цели по сокращению выбросов парниковых газов (тех, которые в настоящее время не охвачены системой торговли выбросами ЕС (ETS)) к 2020 году, выраженные в

процентных изменениях по сравнению с уровнем 2005 года. Национальные цели по сокращению выбросов трансформируются в годовые распределения выбросов (ГРВ), которые представляют собой обязательный годовой бюджет выбросов в мегатоннах эквивалента диоксида углерода (МтСО2э) для каждого государства-члена ЕС на каждый год с 2013 по 2020 годы. Государства-члены могут использовать ряд гибких возможностей для выполнения этих обязательных ежегодных целевых показателей.

В общей сложности 24 страны ЕС (все, кроме Кипра, Ирландии и Мальты) имеют выбросы парниковых газов в 2020 году ниже своих национальных целевых показателей по ESD. Если рассматривать весь период 2013-2020 годов, то выбросы в результате совместной работы Германии, Мальты и Ирландии превысили национальные годовые объемы выбросов, выделенные для этих стран. Поскольку в 2020 году для всех этих четырех стран (Кипр, Ирландия, Мальта и Германия) выбросы в результате совместных усилий превысили имеющиеся национальные годовые объемы выбросов, этим странам необходимо использовать некоторые "гибкие возможности", предусмотренные ESD, чтобы выполнить свои целевые показатели на 2020 год. Только Кипр может использовать национальные ассигнования на выбросы за предыдущие годы. Если эти четыре страны в достаточной степени используют такие гибкие возможности, то все страны ЕС-27 достигнут своих целевых показателей по распределению усилий, как и в предыдущие годы.

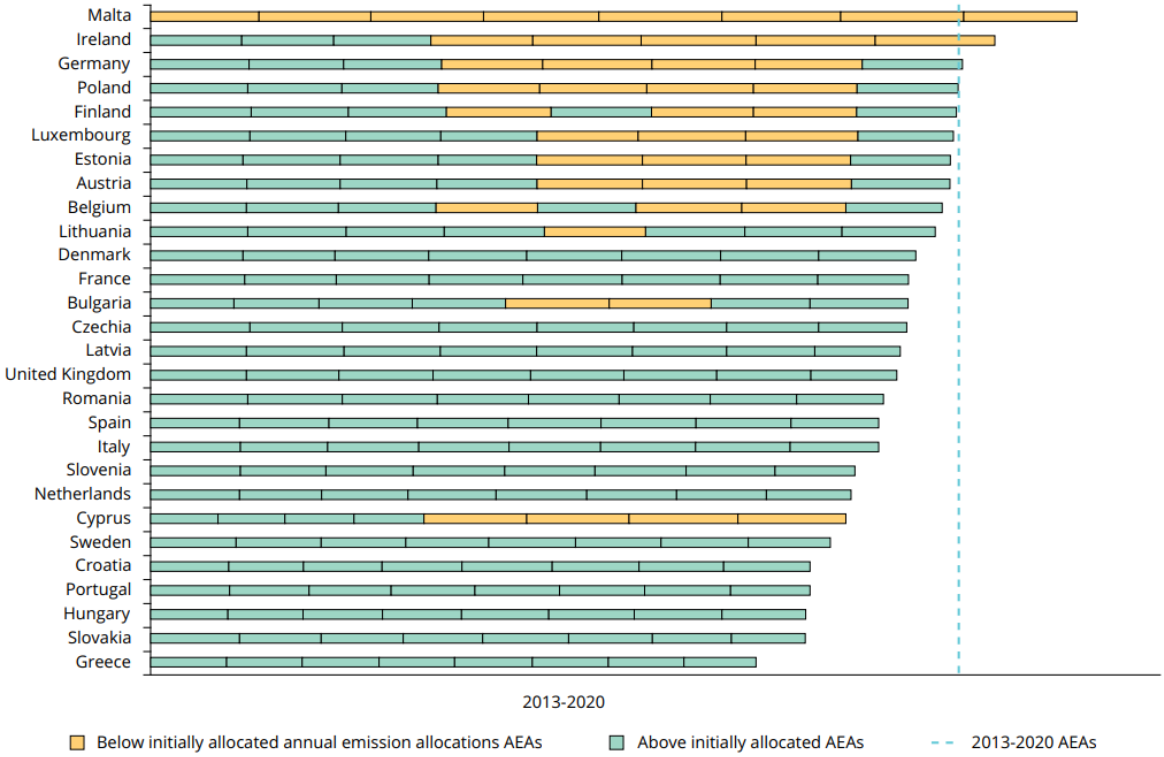


Рисунок 3.5.2. Годовые ассигнования на выбросы в сравнении с годовыми выбросами в рамках распределения усилий и по отношению к бюджету AEA 2013-2020 гг.

Германия

Германия выполнила свои годовые ограничения на выбросы в 2016-2018 годах за счет использования избытка AEA, накопленного в предыдущие годы. В 2019 году она выполнила норму за счет заимствования AEA из 2020 года. Такое заимствование AEA привело к нехватке AEA на 2020 год. Поэтому Германии придется использовать гибкие возможности в виде покупки AEA у других государств-членов или использования международных кредитов для выполнения целевого показателя на 2020 год. Следует отметить, что с 2005 года выбросы от транспорта, сельского хозяйства и мелкой промышленности, не охваченные EU ETS, в Германии существенно не снизились.

Ирландия

Ирландия использовала как банковские AEA, так и международные кредиты для соблюдения годовых лимитов выбросов на 2016-2019 годы. Поскольку выбросы Ирландии в 2020 году превысили установленные на этот год AEA, для выполнения целевого показателя на 2020 год ей придется закупать AEA у других государств-членов или использовать международные кредиты. Важное объяснение этому кроется в секторах сельского хозяйства и транспорта, на которые приходится более 70% выбросов по законодательству о совместном использовании усилий и в которых выбросы существенно не сократились.

Мальта

Выбросы Мальты превышали AEA в каждый из годов периода 2013-2020 годов. Поэтому для выполнения целевого показателя на 2020 год Мальте также придется использовать гибкие возможности, как и для каждого из годов в период 2013-2019 годов. Разница между AEA и выбросами в значительной степени объясняется тем, что транспортный и промышленный секторы не охвачены EU ETS, поскольку за последнее десятилетие выбросы в обоих секторах резко возросли.

Кипр

В период 2017-2020 годы выбросы Кипра превышали AEA в каждый из годов. Он сохранил излишки за период 2013-2016 годов для покрытия дефицита последних лет. Кроме того, на 2020 год у Кипра имеется достаточный избыток AEA за предыдущие годы, чтобы соответствовать требованиям.

Общеевропейская цель по сокращению выбросов к 2030 году на 40% по сравнению с уровнем 1990 года была переведена в рамки сокращения выбросов по законодательству о совместном использовании усилий на 30% к 2030 году по сравнению с уровнем 2005 года. Текущие национальные цели по сокращению выбросов к 2030 году в рамках законодательства о совместном использовании усилий варьируются от 0% (Болгария) до 40% (Люксембург и Швеция) по сравнению с уровнем базового 2005 года. Ни в одной из стран целевой показатель не допускает увеличения выбросов.

В 2021 году, по предварительным данным, разрыв между уровнями выбросов и целевыми показателями законодательства о совместном использовании усилий на 2030 год составил от 49% выше национального целевого показателя (Мальта) до 16% ниже национального целевого показателя на 2030 год (Греция). По оценкам, выбросы в рамках программы "Совместное использование усилий" в Хорватии, Греции, Словакии и Словении в 2021 году также будут ниже национальных целевых показателей этих стран на 2030 год. 14 июля 2021 года Европейская комиссия предложила пересмотреть национальные целевые показатели по законодательству о совместном использовании усилий и AEA на период 2021-2030 годов с учетом возросших амбиций на 2030 год и дальнейшего признания различных возможностей государств-членов по принятию мер. Новые целевые показатели на 2030 год предлагаются в диапазоне от 10% до 50% ниже уровня 2005 года.

Возобновляемые источники энергии

На период до 2020 года в Директиве по возобновляемым источникам энергии (RED) были установлены национальные, обязательные к исполнению целевые показатели доли энергии из возобновляемых источников - так называемые "доли ВИЭ". Государства-члены ЕС также изложили свои пути достижения целевых показателей доли ВИЭ на 2020 год в национальных планах действий в области возобновляемой энергетики (NREAPs).

На 2030 год в национальных планах по энергетике и климату (NECP) указывается, каким образом государства-члены намерены внести свой вклад в достижение общеевропейской цели по доле ВИЭ. Проведенная Европейской комиссией оценка НЭКП показала, что на уровне ЕС совокупные обязательства государств-членов приведут к тому, что к 2030 году общая доля ВИЭ составит от 33,1% до 33,7%, что соответствует целевому показателю в 32% (EC, 2020b).

Во всех странах-членах ЕС, а также в Исландии и Норвегии доля ВИЭ в период с 2005 по 2020 годы увеличивалась, хотя и разными темпами. Три примера, описанные ниже, показывают, как может меняться динамика долей ВИЭ.

Венгрия

Наибольшую долю ВИЭ Венгрия продемонстрировала в 2013 году - 16,2%. С тех пор доля ВИЭ в Венгрии снижалась каждый год вплоть до 2019 года, когда она составила 12,6%. Причину такого снижения можно объяснить ростом энергопотребления в Венгрии, который опережает рост доли ВИЭ. В период с 2019 по 2020 год общая доля ВИЭ выросла на 1,3 процентного пункта. Причину этого роста можно объяснить сочетанием снижения общего валового конечного потребления энергии на 3% в период с 2019 по 2020 год и роста валового конечного потребления энергии из возобновляемых источников на 6%. Производство электроэнергии за счет солнечной энергии в период 2019-2020 годы увеличилось примерно на 64%.

Нидерланды

В Нидерландах доля ВИЭ в период с 2019 по 2020 год увеличилась на 5 процентных пунктов. Общее валовое конечное потребление энергии в эти годы снизилось на 8%, в то же время конечное потребление энергии из возобновляемых источников увеличилось на 47%. Более половины этого прироста обеспечили статистические трансферты в объеме 1 174 килотонн нефтяного эквивалента (ктэ). Использование твердого биотоплива для производства электроэнергии в период с 2019 по 2020 год увеличилось более чем в два раза, а производство электроэнергии за счет солнечной энергии выросло на 62%.

Дания

В 2019-2020 годах доля ВИЭ в Дании снизилась на 5 процентных пунктов. Общее валовое конечное потребление энергии в эти годы снизилось на 3%, при этом конечное потребление энергии из возобновляемых источников сократилось на 20%. Однако это объясняется тем, что Дания предоставила статистические трансферты в размере 1 419 тыс. т.н.э. другим государствам-членам, чтобы они могли выполнить свои целевые показатели по доле ВИЭ на 2020 год. Несмотря на это, Дания все же выполнила свой целевой показатель по доле ВИЭ к 2020 году.

Шесть стран ЕС (Чехия, Дания, Эстония, Финляндия, Литва и Швеция) оказали поддержку семи другим странам ЕС (Бельгии, Германии, Ирландии, Люксембургу, Мальте, Нидерландам и Словении), предоставив статистические трансферты для достижения или перевыполнения (Германия и Мальта) их целевых показателей по доле ВИЭ к 2020 году. В целом по 27 государствам - членам ЕС (EU-27) на 2020 год было передано 1 910 тыс. т.у.т. Это эквивалентно менее 1% от общего объема производства ВИЭ в 2020 году.

Использование биомассы в качестве возобновляемого источника для целей отопления и охлаждения, как это определено в RED, широко распространено в ЕС-27 и составляет 84% от потребления возобновляемой энергии для отопления и охлаждения в 2020 году. (EEA, 2020). Поскольку потенциал использования биомассы в ЕС ограничен, а также в связи с необходимостью достижения целевых показателей регулирования землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства (LULUCF), дальнейший значительный рост в этом секторе ограничен. В 2019 году более 35% валового конечного потребления энергии для отопления и охлаждения приходилось на биомассу в Латвии (42%), Финляндии (40%) и Швеции (38%) (Eurostat, 2021c). Требования к устойчивости биомассы, содержащиеся в пересмотренной Директиве по возобновляемым источникам энергии (RED II), применяются с июля 2021 года и направлены на обеспечение общего баланса в использовании этого ресурса в энергетических целях.

В отличие от этого, использование тепловых насосов началось с низкого уровня в 2005 году, и с тех пор несколько государств-членов постоянно и значительно увеличивают их использование. Тремя странами с наибольшей долей энергии от тепловых насосов в валовом конечном потреблении энергии на цели отопления и охлаждения в 2020 году являются Мальта (15%), Португалия (10%) и Швеция (10%).

Что касается прогресса в достижении целевых показателей, то все страны ЕС, за исключением Франции, достигли в 2020 году национальных долей ВИЭ, превышающих их национальные целевые показатели на 2020 год, установленные в RED. То же самое можно сказать и об Исландии и Норвегии.

Однако до достижения доли ВИЭ, установленной странами на 2030 год в своих НЭКП, еще далеко, что свидетельствует о необходимости значительного увеличения использования возобновляемых источников энергии в текущем десятилетии. Расхождения между вкладом ВИЭ в 2021 году и планируемым вкладом в 2030 году составляют от 24 процентных пунктов (Испания, где доля ВИЭ в 2030 году составляет 65%) до всего лишь 2 процентных пунктов (Словакия, где доля ВИЭ в 2030 году составляет 19%).

Потребление энергии

В период 2005-2020 годы конечное энергопотребление снизилось в 24 странах ЕС и увеличилось в трех странах, а именно в Литве (+14%), на Мальте (+17%) и в Польше (+22%), несмотря на пандемию COVID-19. Эти увеличения во многом объясняются сильным ростом спроса на транспорт (+53% в Литве, +23% на Мальте и +78% в Польше) и сектора услуг на Мальте (+93% в период с 2005 по 2020 год) (Eurostat, 2021b). С другой стороны, наиболее сильное снижение конечного энергопотребления наблюдается в Греции, Италии, Португалии и Испании: соответственно на 31%, 25%, 21% и 25% в период с 2005 по 2020 год.

В соответствии с Директивой по энергоэффективности страны ЕС-27 устанавливают собственные национальные цели по энергоэффективности на 2020 год, не имеющие обязательной силы. Эти цели могут быть основаны на первичном или конечном потреблении энергии, на экономии первичной или конечной энергии или на энергоемкости. Национальные ориентировочные целевые показатели конечного энергопотребления на 2020 год, установленные государствами-членами, варьируются от -15% (Болгария) до +37% (Мальта) по сравнению с уровнем 2005 года (ЕС, 2021b). В общей сложности 21 страна поставила цели по снижению конечного потребления энергии, а шесть стран (Кипр, Финляндия, Латвия, Мальта, Польша и Румыния) установили цели, превышающие уровень конечного потребления 2005 года. Частые пересмотры странами своих добровольных целей на 2020 год, особенно в последние годы, создают проблемы для прозрачной и последовательной оценки прогресса стран и ЕС в достижении целей на 2020 год.

В 2020 году 21 из 27 государств-членов ЕС соответствовали или были ниже своих ориентировочных целевых показателей конечного потребления энергии на 2020 год. Однако остальные шесть стран (Австрия, Бельгия, Болгария, Германия, Литва и Швеция) не сократили конечное энергопотребление настолько, чтобы достичь целевых показателей конечного энергопотребления на 2020 год. Наибольшее отклонение от ориентировочных целевых показателей на 2020 год показали Болгария (+10%) и Литва (+23%), несмотря на пандемию COVID-19, что свидетельствует о недостатках политики в области энергоэффективности, проводимой в этих странах. Что касается индикативных целевых показателей потребления первичной энергии, то в 24 государствах-членах они соответствуют

или ниже целевых показателей на 2020 год, а в трех других (Бельгия, Болгария и Польша) этого не произошло.

Восстановление пандемии в 2021 году привело к тому, что, согласно предварительным оценкам на 2021 год, в большем числе государств-членов потребление первичной и конечной энергии превысило их индикативные целевые показатели на 2020 год. Девять государств-членов (Австрия, Бельгия, Болгария, Венгрия, Германия, Литва, Польша, Франция и Швеция), по оценкам, в 2021 году превысят свои целевые показатели на 2020 год по конечному энергопотреблению. Аналогичным образом, потребление первичной энергии в восьми государствах-членах (Австрия, Бельгия, Болгария, Ирландия, Кипр, Литва, Польша и Словакия), по оценкам, в 2021 году будет выше целевых показателей 2020 года.

Как и в случае с целевыми показателями на 2020 год, страны ЕС-27 установили в своих NECP (ЕС, 2020b) собственные национальные, не имеющие обязательной силы вклады в энергоэффективность в 2030 году. В совокупности их предполагаемый вклад в достижение целевых показателей энергоэффективности на 2030 год составляет 1 176 млн. тонн нефтяного эквивалента (Мтэ) для потребления первичной энергии и 885 Мтэ для конечного потребления энергии, в то время как текущие целевые показатели ЕС на 2030 год составляют 1 128 Мтэ для первичной энергии и 846 Мтэ для конечного потребления энергии. Этих коллективных усилий по снижению энергопотребления будет недостаточно для достижения цели ЕС на 2030 год по сокращению энергопотребления как минимум на 32,5% - цели, которая еще не была скорректирована в соответствии с возросшими амбициями по сокращению выбросов к 2030 году или амбициями REPowerEU.

17 государств-членов намерены к 2030 году снизить уровень конечного потребления энергии по сравнению с уровнем 2021 года: от 1,1% (Ирландия) до 23,2% (Люксембург). В остальных десяти государствах-членах уровень конечного энергопотребления в 2021 году уже был ниже их планируемого вклада в конечное энергопотребление в 2030 году (Болгария, Греция, Дания, Кипр, Мальта, Румыния, Словения, Финляндия, Хорватия и Эстония). Что касается потребления первичной энергии, то для достижения запланированного вклада в 2030 году потребуется снижение потребления по сравнению с уровнем 2021 года в 15 государствах-членах - от снижения на 2,6% (Австрия) до снижения на 22,6% (Нидерланды). В остальных двенадцати государствах-членах уровень потребления первичной энергии в 2021 году уже был ниже их соответствующих вкладов в 2030 год.

3.6. Повышение амбиций на период до 2030 года

Достижение целей 20-20-20 в области климата и энергетики было обусловлено целым рядом событий, включая значительные усилия, предпринятые в рамках климатической и энергетической политики в предыдущие десятилетия, и беспрецедентное снижение выбросов парниковых газов (парниковых газов) и энергопотребления в целевом 2020 году, во многом вызванное вспышкой пандемии COVID-19 в конце 2019 года.

Вступление в следующее десятилетие произошло на фоне дополнительных кризисов - вторжения России на Украину, которое несет дополнительные риски и неопределенность в сфере энерго- и продуктообеспечения, и усиления воздействия изменения климата, вызывающего аномальную жару, засухи и наводнения. Характер и амбициозность краткосрочных мер реагирования Европейского Союза на эти многочисленные кризисы окажут существенное влияние на изменение выбросов парниковых газов в период до 2030 года и либо ускорят, либо затруднят усилия по достижению климатической нейтральности к 2050 году.

Рамочная программа ЕС по климату и энергетике на 2030 год все еще находится в процессе разработки: на момент публикации настоящего отчета созаконодатели вели переговоры о существенной корректировке целей на 2030 год Для достижения обязательной климатической цели - чистого сокращения выбросов на 55% - Комиссия в июле 2021 года представила на рассмотрение пакет конкретных законодательных предложений, переговоры по которым уже идут полным ходом. В области возобновляемой энергетики поставлена задача к 2030 году обеспечить 40% энергопотребления в ЕС за счет возобновляемых источников; в области энергоэффективности (перекалиброванная) цель по энергосбережению заключается в сокращении энергопотребления на 9% к 2030 году по сравнению с новым сценарием 2020 года.

Оценка прогресса в достижении климатических и энергетических целей на 2030 год в настоящем отчете основывается главным образом на существующих юридически обязательных целях. Это означает, что для оценки прогресса ЕС в достижении общего сокращения выбросов парниковых газов рассматривается чистая 55%-ная цель сокращения, поскольку она была закреплена в Европейском законе о климате в июне 2021 года. Для целей повышения эффективности в области возобновляемой энергетики и энергоэффективности были приняты во внимание цели "Рамочной программы по климату и энергетике на 2030 год", поддерживающие общее сокращение выбросов на 40%, поскольку новые цели ЕС в этих областях политики для поддержки повышенных амбиций чистого 55%-ного сокращения еще не были подтверждены. Для возобновляемой энергетики и энергоэффективности на графиках представлен диапазон амбиций. В настоящее время законодательно установленная цель на 2030 год для возобновляемых источников энергии составляет 32%, а для энергоэффективности ЕС установил обязательные цели по снижению энергопотребления за счет повышения энергоэффективности к 2030 году не менее чем на 32,5% по сравнению со сценарием "бизнес как обычно" 2007 года.

Сегодняшний мир значительно отличается от того, что будет в июле 2021 года. Вторжение России в Украину поставило ЕС перед фактом: приверженность энергосбережению и внедрению возобновляемых источников энергии — это вопрос не только климатической политики, но и энергетической независимости и энергетической безопасности.

В мае 2022 года в ответ на неопределенность с энергоснабжением ЕС, вызванную войной на Украине, Европейская комиссия выдвинула план REPowerEU, направленный на быстрое снижение зависимости ЕС от российского ископаемого топлива, диверсификацию энергоснабжения на уровне ЕС и ускорение

"зеленого" перехода. План основывается на законодательных предложениях Fit for 55 и определяет комплекс мер по ускорению энергетического перехода. Основными направлениями плана являются:

- экономить электроэнергию;
- диверсифицировать поставщиков;
- быстро заменить ископаемое топливо на другие виды энергии, ускорив переход к чистой энергетике;
- разумно сочетать инвестиции и реформы.

План поддерживает быструю реализацию всех предложений Fit for 55 и устанавливает более высокие целевые показатели для возобновляемой энергетики и энергоэффективности. Для этого Комиссия предлагает:

- увеличение обязательного целевого показателя Директивы по энергоэффективности до 13% по сравнению с базовым сценарием 2020 года, а также дополнительную экономию и повышение энергоэффективности за счет реализации Директивы по энергоэффективности зданий;
- увеличение целевого показателя по возобновляемым источникам энергии на 2030 год до 45%.

В связи с этими более амбициозными целями в области энергетики потребуется также повысить амбициозность национальных планов по энергетике и климату (NECP). В соответствии с Положением об управлении Энергетическим союзом и климатическими мерами государства-члены должны представить проекты обновлений своих NECP в 2023 году, а окончательные обновления - в 2024 году. Это даст возможность государствам-членам установить новые национальные цели и определить новые национальные вклады на 2030 год. Комиссия намерена позднее в этом году опубликовать руководство по обновлению NECP государств-членов и будет сообщать о ходе реализации плана REPowerEU, в частности, в докладах "Состояние Энергетического союза" и "Действия в области климата".

4. Анализ региональных трендов (Юго-Восточная Азия)

4.1. Текущая ситуация

Азия, континент с наибольшей площадью суши, простирающейся до Арктики, теплеет быстрее, чем в среднем по миру. Согласно докладу ВМО "Состояние климата в Азии в 2022 году", тенденция потепления в Азии в 1991-2022 годы почти вдвое превышала тенденцию потепления в период 1961-1990 годов.

По данным Международной базы данных по стихийным бедствиям (EM-DAT), в 2022 году в Азии было зарегистрировано 81 опасное природное явление, из которых более 83% составили наводнения и штормы. В результате этих бедствий погибло более 5 000 человек, непосредственно пострадали более 50 млн. человек, а экономический ущерб составил более 36 млрд. долл. Кроме того, на значительной части засушливой Азии наблюдались сильные пыльные бури. Несколько сильных пыльных бурь в западной Азии повлияли на жизнь гражданского населения региона.

Средняя температура воздуха в Азии в 2022 году была второй или третьей самой теплой за всю историю наблюдений и была примерно на 0,72 °C выше среднего значения за 1991-2020 годы. Средняя температура воздуха в Азии в 2022 году была примерно на 1,68 °C выше средней температуры 1961-1990 годов (реперный период ВМО для изменения климата).

Засуха затронула многие районы региона, снизив доступность воды. Экономические потери в 2022 году от засухи в Китае, например, оцениваются более чем в 7,6 млрд. долларов.

Сильные наводнения обрушились на Пакистан, вызвав значительные человеческие жертвы и экономический ущерб. Всего за три недели после начала муссонного сезона в 2022 году в Пакистане выпало 60% от нормального количества муссонных осадков. По данным Национального управления по борьбе со стихийными бедствиями (NDMA), пострадали более 33 млн. человек, что составляет почти 14% населения Пакистана в 2022 году.

За последние 40 лет ледники в регионе Высокогорной Азии потеряли значительную массу, и эта потеря ускоряется. В 2022 году исключительно теплые и сухие условия усугубили потерю массы большинства ледников. На леднике Урумчи № 1 в восточном Тянь-Шане зафиксирован второй по величине отрицательный баланс массы -1,25 м водного эквивалента с начала измерений в 1959 году.

В регионе наблюдается общая тенденция потепления поверхностного слоя океана с начала отсчета временных рядов в 1982 году. В северо-западной части Аравийского моря, Филиппинском море и морях к востоку от Японии скорость потепления превышает 0,5 °C за десятилетие, что примерно в три раза быстрее, чем средняя глобальная скорость потепления поверхностного слоя океана.

В сентябре на нескольких станциях в Японии наблюдались рекордные ветры и сильные дожди, связанные с тайфуном "Нанмадол". В результате тайфуна "Нанмадол" погибло пять человек, пострадало более 1300 человек, а экономический ущерб, по оценкам, превысил 2 млрд. долларов.

Экономические потери в 2022 году от катастроф, связанных с наводнениями, превысили средний показатель за период 2002-2021 годов. Наиболее значительные

потери такого рода были в Пакистане (более 15 млрд. долл. США), далее следуют Китай (более 5 млрд. долл. США) и Индия (более 4,2 млрд. долл. США).

Следующей по величине категорией в 2022 году стали экономические потери, связанные с засухами, которые принесли ущерб в размере 7,6 млрд. долларов США (в основном в Китае), что почти на 200% превышает средние показатели 2002-2021 годов (2,6 млрд. долларов США).

4.2. Регион Юго-Восточной Азии

В соответствии с тенденциями глобального потепления и продолжающимся ростом выбросов парниковых газов (парниковых газов), начиная с 1960-х годов среднегодовая температура в регионе повышалась со скоростью от 0,14 до 0,20°C за десятилетие. Сейчас в регионе жарче, чем раньше, и можно ожидать дальнейшего повышения температуры. Также ожидается увеличение частоты тепловых волн.

Высокая влажность воздуха в регионе будет усугублять высокие температуры и увеличивать частоту тепловых ударов и смертей, связанных с жарой. По данным одного из исследований, с 1990-х годов смертность от жары в Таиланде, Вьетнаме и на Филиппинах уже выросла на 61%.

В 2019 году в Юго-Восточной и Восточной Азии уже было зарегистрировано внутреннее перемещение 9,6 млн. человек в результате циклонов, наводнений и тайфунов, что составило почти 30% от всех глобальных перемещений в этом году.

Ожидается, что повышение температуры и тепловой стресс при потеплении на 3°C приведут к сокращению трудовых ресурсов в сельском хозяйстве на 50% и снижению производительности труда и производства продуктов питания. По данным одного из исследований, это приведет к росту цен на сельскохозяйственные культуры на 5% из-за увеличения затрат на рабочую силу и потерь производства.

В регионе, вероятно, вырастут показатели недоедания, особенно в связи с тем, что растениеводство в других регионах мира окажется под угрозой. Примером может служить засуха, вызванная Эль-Ниньо 2015-2016 годы в Юго-Восточной Азии, Восточной и Южной Африке, в результате которой в 2016 году 20,5 млн человек столкнулись с острой нехваткой продовольствия, а 5,9 млн детей имели недостаточный вес. Повышение уровня CO2 в атмосфере также приведет к снижению питательных качеств некоторых сельскохозяйственных культур и увеличению вероятности усиления дефицита микроэлементов.

Повышение содержания энергии и влаги в атмосфере, вызванное глобальным потеплением, приведет к изменению характера выпадения осадков. Увеличение среднегодового количества осадков уже наблюдается в некоторых районах Малайзии, Вьетнама и на юге Филиппин.

Парадоксально, но в некоторых частях региона будет наблюдаться сокращение количества влажных дней. По данным МГЭИК, на Филиппинах наблюдается меньшее количество тропических циклонов, однако они более интенсивны и разрушительны.

Изменения в гидрологическом цикле также повлияют на доступность пресной воды и подорвут водную безопасность в регионе. Это, в свою очередь, приведет к сопутствующим проблемам со здоровьем из-за снижения уровня санитарии и гигиены.

В бассейне реки Меконг в результате изменения климата и неустойчивого уровня потребления воды прогнозируется сокращение запасов подземных вод на 160 млн. куб. м, что будет сопровождаться эрозией дельты и повышением уровня моря, что скажется на таких прибрежных городах, как Бангкок и Хошимин.

В трех четвертях городов Юго-Восточной Азии к 2030 году участится количество наводнений, от которых могут пострадать десятки миллионов человек в год. В 2019 году в Юго-Восточной и Восточной Азии уже было зарегистрировано внутреннее перемещение 9,6 млн. человек в результате циклонов, наводнений и тайфунов, что составило почти 30% от всех глобальных перемещений в этом году.

Изменение климата и экстремальные погодные явления также приведут к росту психических заболеваний. Дети, молодежь, женщины и пожилые люди особенно подвержены риску развития тревоги и депрессии, а также посттравматических расстройств, связанных с экстремальными погодными явлениями и потерей жилья и другого имущества.

Недавний общенациональный опрос, проведенный ЮНИСЕФ в Малайзии в 2020 году, показал, что 92% молодых людей уже сейчас обеспокоены климатическим кризисом (экоанкетирование).

Эти прогнозы подчеркивают важность снижения выбросов парниковых газов и сохранения жизненно важных экосистемных услуг. К сожалению, прогресс на этом направлении в регионе остается недостаточным. В период с 2010 по 2019 год среднегодовой прирост углеродоемкости в регионе составил 1,8%, а в период с 2015 по 2019 год - 5,1% выбросов CO2 в энергетическом секторе.

В Юго-Восточной Азии также зафиксирован самый быстрый в мире рост выбросов от транспорта на душу населения (4,6% в год), а лесной покров в период с 1990 по 2015 годы сократился на колоссальные 13%, причем в период с 2000 по 2012 годы потери мангровых лесов увеличивались на 0,39% в год.

По данным МГЭИК, Юго-Восточная Азия имеет потенциал для быстрого сокращения до 43% выбросов парниковых газов к 2050 году за счет снижения спроса на энергию и повышения энергоэффективности в строительном секторе, а дальнейшее сокращение выбросов парниковых газов возможно при увеличении инвестиций и исследований в области декарбонизации.

Это крайне важно, для того чтобы мир имел реальные шансы ограничить глобальное потепление до 1,5°C, нам необходимо как минимум к 2050 году достичь чистого нуля выбросов CO2. Однако в настоящее время политики и политики либо не воспринимают эту проблему достаточно серьезно, либо считают себя неспособными избавиться от зависимости от ископаемого топлива, о чем свидетельствует доклад АСЕАН, показывающий разрыв между текущими обязательствами стран и необходимым сокращением выбросов парниковых газов.

Аналогичным образом, радикальные изменения, которые необходимо произвести в обращении с землей и ее использовании, в настоящее время, по-видимому, находятся за пределами возможностей общества.

На последних Конференциях ООН по изменению климата, правительства приняли ряд отрадных обязательств. Например, Индонезия, являющаяся одним из крупнейших в мире источников выбросов углерода в результате обезлесения и изменения землепользования, взяла на себя обязательства по Декларации лидеров по лесам и землепользованию, принятой в Глазго.

Ряд стран (Индонезия, Малайзия, Филиппины, Сингапур и Вьетнам) подписали Глобальное обязательство по сокращению выбросов метана на 30% к 2030 году, а часть стран АСЕАН (Бруней-Даруссалам, Индонезия, Филиппины, Сингапур и Вьетнам) полностью или частично подписали Глобальное заявление о переходе от угля к чистой энергетике. Эти обещания и обязательства еще должны быть воплощены в действия. Но даже если это произойдет, необходимы более быстрые и радикальные изменения.

Ожидается, что изменение климата в Юго-Восточной Азии приведет к значительным колебаниям режима выпадения осадков, увеличению количества сильных погодных явлений, повышению температуры и уровня моря во многих густонаселенных прибрежных регионах. Эти изменения негативно скажутся на урожайности сельскохозяйственных культур, биоразнообразии, урожае лесов и доступности чистой воды. Это также приведет к росту заболеваемости такими болезнями, как малярия и лихорадка денге. Повышение спроса на энергию и воду может привести к снижению способности систем городской инфраструктуры предоставлять основные услуги. В совокупности эти последствия могут замедлить экономическое развитие и привести к тому, что к 2100 году экономические потери составят 230 млрд. долл. или 6,7% валового внутреннего продукта (ВВП) в год, что более чем в два раза превышает среднемировые потери в 2,6%, и поставят под угрозу средства к существованию миллионов людей.

Водные ресурсы

Регион все чаще подвергается наводнениям и становится уязвимым для сильных тропических циклонов и штормовых нагонов. Ожидается, что интенсивность и частота экстремальных погодных явлений будут возрастать, нанося значительный ущерб имуществу, производственным активам, жизни людей и средствам к существованию. Наводнения в низкорасположенных населенных пунктах, таких как прибрежные районы и бассейны рек, затронут сельскохозяйственные угодья и населенные пункты, а также нанесут ущерб инфраструктуре, такой как дороги и мосты. В сухой сезон опасность представляют продолжительные засухи, особенно в годы Эль-Ниньо, когда более продолжительное лето, повышение температуры и уменьшение количества осадков снижают уровень воды в реках, плотинах и других водохранилищах. Это приводит к неурожаю, ставит под угрозу продовольственную безопасность и доступность воды для потребления, орошения и выработки гидроэлектроэнергии в районах, где растет общественный спрос. Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) предупреждает, что Юго-Восточная Азия особенно уязвима к повышению уровня моря и изменению режима водных ресурсов. Без принятия срочных мер средняя температура может повыситься на 4,8^{0}С, а уровень

моря - на 70 см к 2100 году по сравнению с уровнем 1990 года. Прогнозируемое повышение уровня моря на 40 см к 2080 году может привести к перемещению до 21 млн. человек (МГЭИК, 2007) в регионе, в том числе около 10% жителей дельты Меконга (Институт глобальных экологических стратегий, 2008). Повышение уровня моря также приведет к проникновению соленой воды в прибрежные и грунтовые воды, что поставит под угрозу запасы пресной воды для питья и орошения.

Земледелие и экосистемы

В регионе насчитывается около 115 млн. га сельскохозяйственных угодий, засеянных в основном рисом, кукурузой, масличной пальмой, натуральным каучуком и кокосовыми орехами. Регион является одним из основных производителей и поставщиков зерновых, а также крупнейшим в мире производителем пальмового масла и натурального каучука. Усиление теплового и водного стресса, экстремальные погодные явления, а также вредители и болезни, связанные с климатом, способствовали снижению потенциала сельскохозяйственного производства во многих частях региона. Тысячи гектаров, отведенных под выращивание риса, пострадали от частых наводнений в дельте Красной реки, Центральном регионе и дельте Меконга. Повышение уровня моря ускорило проникновение соленой воды в сельскохозяйственные районы, что привело к значительной потере пахотных земель. Следовательно, сокращение производства зерна и технических культур скажется на животноводстве и других развивающихся отраслях, зависящих от природных ресурсов. Например, к 2100 году повышение температуры может привести к снижению потенциала урожайности риса в среднем на 50% по сравнению с уровнем 1990 года, что приведет к переводу еще большего количества земель в сельскохозяйственный оборот. Эти последствия усугубляются необходимостью еще большего увеличения сельскохозяйственного производства для удовлетворения растущего спроса на продовольствие. По оценкам АБР, для обеспечения внутреннего и внешнего рынков регион должен увеличивать производство риса в среднем на 2,5% в год и удваивать производство пальмового масла. Такая интенсификация сельскохозяйственного производства приведет как к перепрофилированию земель под культивацию, так и к конкуренции с промышленностью и городскими районами за воду, необходимую для поддержания водных экосистем.

Лесосырьевая база

На долю Юго-Восточной Азии, где площадь лесов составляет 203 млн. га, приходится 5,2% от общемирового объема. Значительной движущей силой обезлесения в регионе является расширение посевов крупных товарных культур, особенно по мере роста цен на продовольственное зерно и увеличения посевов масличных пальм для удовлетворения растущего спроса на биодизельное топливо. В начале 2000-х годов в Юго-Восточной Азии было выжжено около 3 млн. га торфяных земель, что привело к высвобождению от 3 до 5 петаграмм углерода. В

результате осушения торфяных земель пострадало еще 6 млн. га, что привело к высвобождению еще 1-2 петаграмм углерода. Современные экстремальные климатические условия способствовали росту числа таких бедствий, как пожары, оползни, наводнения и засухи, что, в свою очередь, отразилось на состоянии лесов. За последние 20 лет лесные пожары усилились и распространились на большие площади. В значительной степени это объясняется совокупным воздействием повышения температуры, уменьшения количества осадков и более агрессивного изменения характера землепользования. В регионе темпы вырубки естественных лесов выше, чем посаженных. Это тем более пагубно, что естественные леса обладают большим потенциалом поглощения углерода и предоставляют больше экосистемных услуг, чем монокультурные насаждения. В некоторых частях региона изменение климата может привести к замене субтропических влажных лесов тропическими саваннами и кустарниками с низким или нулевым потенциалом связывания углерода. В регионе обитают некоторые дикие виды, находящиеся под угрозой исчезновения, а также сотни недавно открытых видов. Эндемичная флора и фауна уязвима перед всеми этими стрессами, связанными с потерей и нарушением среды обитания.

Прибрежные и морские ресурсы

Повышение температуры и уровня моря, а также экстремальные погодные явления угрожают серьезным воздействием на прибрежные и морские ресурсы, а также на отрасли и виды деятельности, которые на них опираются. В 2005 году численность населения, проживающего в пределах 100 км от побережья, составила около 452 млн. человек, что соответствует примерно 79% от общей численности населения региона. Почти треть жителей Кораллового треугольника - более 120 млн. человек, особенно проживающих в прибрежных общинах, - напрямую зависят от местных морских и прибрежных ресурсов, обеспечивающих их доход, средства к существованию и продовольственную безопасность. Прибрежная аквакультура является наиболее важным видом рыболовства в Юго-Восточной Азии: более 30 тыс. домохозяйств, занимающих 64 тыс. га, получают средства к существованию от разведения креветок. Повышение температуры также ведет к сокращению производства рыбы, что ставит под угрозу потенциал всего региона как крупнейшего в мире производителя рыбы и морепродуктов. Морские экосистемы крайне уязвимы к изменению климата. Повышение температуры приводит к увеличению числа случаев обесцвечивания кораллов или потери их нормального здорового цвета, что связано с нарушением симбиотических отношений между кораллами и водорослями, обеспечивающими их питанием. Изменение климата также, вероятно, будет способствовать постепенному уничтожению мангровой растительности, прибрежной морской флоры и фауны, деградации популярных туристических маршрутов, что создаст угрозу для основных видов экономической деятельности. Повышение уровня моря и эрозия берегов заставляют мангровые леса отступать, чтобы сохранить предпочтительные для них экологические условия. По прогнозам МГЭИК, при повышении уровня моря на 1 м может быть потеряно около 2500 кв. км мангровых лесов в Азии.

Здоровье

По данным Всемирной организации здравоохранения, изменение климата окажет серьезное и пагубное воздействие на здоровье людей в Юго-Восточной Азии. В последние годы участились вспышки трансмиссивных инфекционных заболеваний (денге и малярии), болезней, передающихся через воду (диареи и холеры), и респираторных заболеваний, что тесно связано с явлением Эль-Ниньо и ухудшением ситуации с наводнениями и засухами. К числу других возможных прямых угроз, связанных с изменением климата, относятся тепловой стресс и недоедание. Некоторые из этих последствий (особенно тепловые и респираторные заболевания) усугубляются эффектом городского теплового острова и повышенным загрязнением воздуха на местах в результате энергетических выбросов и урбанизации. В Юго-Восточной Азии наибольшему риску подвергаются молодые, пожилые и ослабленные с медицинской точки зрения люди. Страны с низким уровнем доходов и районы, где широко распространено недоедание, низкий уровень образования и слабая инфраструктура, будут испытывать наибольшие трудности с адаптацией к изменению климата и связанным с ним опасностям для здоровья. Уязвимость также определяется географическими факторами, и она выше в районах с высокой эндемичностью климаточувствительных заболеваний, дефицитом воды, низким уровнем производства продуктов питания и изолированным населением, например, на островах, в горных районах, мегаполисах и прибрежных зонах. Кроме того, население недостаточно осведомлено о влиянии изменения климата на здоровье, что делает его уязвимым к воздействию и недоеданию в случае неблагоприятных последствий.

4.3. Стратегические приоритеты АБР для реагирования на изменение климата

Расширение использования экологически чистых и возобновляемых источников энергии

Потребление и выработка энергии являются причиной более половины всех выбросов парниковых газов в Азии. Однако Юго-Восточная Азия - регион с благоприятными условиями и рельефом местности для развития возобновляемой энергетики. Проекты в области экологически чистой энергетики способны сократить к 2020 году выбросы CO2 в объеме 475 метрических тонн в эквиваленте. Это 40% выбросов CO2, связанных с энергетикой, если бы работа велась в обычном режиме. Переход на другое топливо, возобновляемые источники, а также улавливание и хранение углерода могут сократить еще 40% выбросов при затратах менее 1% ВВП. Можно также повысить эффективность в таких энергоемких отраслях, как электроэнергетика, производство цемента, чугуна и стали. Усилия Юго-Восточной Азии по использованию огромного потенциала возобновляемых источников энергии будут расширены для реализации цели АБР по достижению 2 млрд. долл. инвестиций в чистую энергетику к 2013 году. Основой стратегии АБР по снижению воздействия на окружающую среду является сдерживание роста

спроса на энергию путем повышения энергоэффективности и удовлетворения энергетических потребностей за счет низкоуглеродных вариантов, в сотрудничестве с отраслевыми ассоциациями, национальными банками, а также специализированными агентствами по энергоэффективности и энергосервисными компаниями. Области, в которых планируется повысить энергоэффективность, — это коммерческий, промышленный и жилищный секторы, а также муниципальный уровень. Улавливание и хранение углерода (УХУ) рассматривается как новый перспективный подход к значительному снижению выбросов углерода электростанциями, газовыми установками и промышленными предприятиями. АБР проводит предварительный анализ в Индонезии, Филиппинах, Таиланде и Вьетнаме с целью определения потенциала УХУ и разработки дорожной карты для первого демонстрационного проекта.

Стимулирование устойчивого развития городов и транспорта

Городское население Юго-Восточной Азии растет беспрецедентными темпами, в 1,75 раза быстрее, чем в среднем по миру. В 2010 году 48,2% жителей Юго-Восточной Азии проживали в городах, а к 2030 году, по прогнозам, этот показатель увеличится до 61,8%. В трех столицах региона - Бангкоке, Джакарте и Маниле - проживает более 10 млн. человек, и Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП) отнесла их к числу наиболее загрязненных мегаполисов мира. Высокие темпы экономического роста в регионе и высокая степень автомобилизации населения приводят к увеличению выбросов парниковых газов. АБР поддерживает развитие устойчивой городской инфраструктуры, которая ведет к созданию конкурентоспособных и удобных для жизни городов с пониженным углеродным следом. Приоритетными направлениями являются озеленение, энергоэффективные здания и водоснабжение, а также сокращение выбросов парниковых газов от городского транспорта за счет развития экологически устойчивых и эффективных систем общественного транспорта, совершенствования городского планирования и выбора вариантов землепользования, а также совершенствования политики утилизации твердых отходов в городских районах. Инициатива по развитию городов Азии (CDIA) — это региональная партнерская программа, поддерживаемая АБР и правительствами Германии, Швеции и Испании и направленная на оказание помощи средним азиатским городам в преодолении разрыва между их планами развития и реализацией инвестиций в инфраструктуру. CDIA будет оказывать техническую поддержку городам в тех районах, где существующие способы содействия развитию недоступны. В рамках программы "Углеродный рынок" АБР также будет оказывать помощь в разработке проектов в рамках Механизма чистого развития (МЧР) - рыночного механизма, предусмотренного Киотским протоколом, который позволяет промышленно развитым странам, взявшим на себя обязательства по сокращению выбросов парниковых газов, покупать углеродные квоты у развивающихся стран для выполнения своих обязательств. В рамках Инициативы по устойчивому развитию транспорта АБР перераспределяет свои инвестиции в этот сектор с целью сокращения выбросов парниковых газов, а также решения проблем, связанных с

качеством воздуха, загруженностью дорог и безопасностью. В частности, АБР будет ориентироваться на системы железнодорожного и общественного транспорта в сочетании с рациональным планированием городской мобильности, отказавшись от инвестиций в автомобильные дороги и автомагистрали.

Продвижение климатоустойчивого развития

Изменение климата негативно скажется на состоянии водосборных бассейнов региона, от которых зависит орошение миллионов гектаров сельскохозяйственных угодий, а также рост населенных пунктов, потребление и энергообеспечение которых зависит от этих напряженных ресурсов. Это приводит к тому, что крайне уязвимые сектора испытывают огромную нагрузку от эксплуатации человеком, усугубляемую усиливающимся воздействием изменения климата. АБР предоставляет политические и технические рекомендации по решению проблем изменения и изменчивости климата в сельском хозяйстве, инфраструктуре, транспорте, здравоохранении, водном хозяйстве и других секторах. Инициативы АБР в водном секторе разработаны и спланированы таким образом, чтобы противостоять последствиям изменения климата путем сокращения потерь воды и применения интегрированного управления водными ресурсами для повышения устойчивости сообществ и экономики к изменению климата. Проекты АБР, связанные с планированием и управлением ирригацией, борьбой с наводнениями и обеспечением питьевой водой, должны учитывать риски изменения климата в своей обычной практике проектирования водохозяйственных сооружений и мероприятий. В регионе программы АБР по повышению устойчивости к изменению климата касаются управления речными бассейнами, водосбережения, сельской инфраструктуры, прибрежных магистралей и энергетических предприятий. Инициатива "Вода для всех", поддерживаемая Партнерским фондом АБР по финансированию водных ресурсов, направлена на увеличение инвестиций в сельское водоснабжение, городскую санитарию и бассейновое региональное сотрудничество, а также на поддержку реформ, развитие потенциала и регионального сотрудничества в водном секторе. АБР также помогает координировать усилия различных водных институтов, таких как Азиатско-Тихоокеанский водный форум и Региональный центр водных знаний по водным ресурсам и адаптации к изменению климата в Юго-Восточной Азии.

Укрепление политики, управления и потенциала

Обеспечение успеха программ и проектов по борьбе с изменением климата также зависит от принятия и управления на национальном и субнациональном уровнях. АБР работает над укреплением эффективного управления и политики в поддержку смягчения последствий изменения климата и адаптации к ним. Наращивание потенциала осуществляется на многих уровнях, начиная с оказания помощи государственным министерствам в разработке политики, способствующей изменению климата, и заканчивая содействием заинтересованным сторонам в

странах в лучшем понимании климатологии и передового опыта, необходимого для правильного реагирования на конкретные потребности страны. В регионе АБР работает над включением вопросов изменения климата в планы развития энергетики и водоснабжения. Наряду с отраслевыми подходами и созданием кадастров парниковых газов для приоритетных отраслей промышленности продвигаются политические реформы по повышению энергоэффективности, использованию возобновляемых источников энергии и управлению климатическими рисками. АБР будет оказывать странам помощь в получении доступа к углеродному финансированию для проектов в области чистой энергетики и других проектов по снижению выбросов парниковых газов, которые соответствуют критериям МЧР. В целях внедрения инновационных вариантов финансирования для расширения масштабов использования чистой энергии АБР содействует использованию углеродных рынков для привлечения инвестиций в низкоуглеродные технологии. Наращивание потенциала в этом секторе не ограничивается передачей знаний, но также включает в себя передачу навыков, организацию и содействие проведению семинаров в регионе, поддержку подхода МЧР для увеличения эффекта масштаба в целях смягчения последствий изменения климата в регионе, а также продвижение проектов, обеспечивающих совместные выгоды от смягчения последствий изменения климата и адаптации к ним, например, в секторе землепользования и лесного хозяйства.

Управление землепользованием и лесами для поглощения углерода

Выбросы парниковых газов в результате обезлесения и изменения землепользования являются основным фактором глобального изменения климата в регионе. Юго-Восточная Азия предлагает множество недорогих возможностей для снижения выбросов парниковых газов в секторе землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства (LULUCF), демонстрируя наибольший потенциал для сокращения глобальных выбросов (примерно на 40% в Индонезии, Филиппинах, Таиланде и Вьетнаме в 2000-2050 годы) МГЭИК также сообщила, что потенциал технического снижения выбросов в сельском хозяйстве наиболее высок в Юго-Восточной Азии среди всех других регионов мира. Улучшение управления лесными и сельскохозяйственными угодьями является одним из наиболее экономически эффективных способов снижения выбросов парниковых газов в Юго-Восточной Азии. АБР поощряет страны к сохранению лесов, снижению деградации земель и восстановлению торфяных земель, а также помогает им подготовиться к управлению землепользованием и лесами для поглощения углерода и получить доступ к климатическому финансированию или таким стимулам, как платежи за экосистемные услуги (PES), в обмен на улучшение методов управления. Предоставляя кредиты и техническую помощь, АБР помогает странам максимально использовать возможности для защиты средств к существованию людей от климатических воздействий, а также дополнить доходы новыми источниками поступлений от секвестрации углерода. В регионе АБР будет сотрудничать с другими донорами в реализации инновационных инициатив, таких как Программа инвестиций в лесное хозяйство (FIP) и транспортные коридоры с

нулевым выбросом углерода в субрегионе Большого Меконга, поддерживать подготовку дополнительных проектов для Фонда лесного углеродного партнерства Всемирного банка, а также осуществлять проекты готовности к сокращению выбросов, связанных с обезлесением и деградацией лесов в развивающихся странах (REDD).

4.4. Страновые программы

Камбоджа

Камбоджа ратифицировала Киотский протокол в августе 2002 года, а в 2006 году приступила к реализации Национальной программы действий по адаптации (NAPA). По данным исследований влияния изменения климата, участились случаи засухи и наводнений (Royal Government of Cambodia, 2007), поэтому приоритет отдается программам, направленным на адаптивное управление сельским хозяйством, инфраструктурой, водными и прибрежными экосистемами, лесами и землепользованием, здравоохранением (с упором на профилактику малярии), наращивание потенциала сообществ, прогнозирование и наблюдение. В апреле 2006 года был создан Национальный комитет по изменению климата, призванный координировать разработку и реализацию политики, планов и мер по решению проблем, связанных с изменением климата. Таким образом, проблемы изменения климата будут учитываться во всех проектах в области сельского хозяйства, водопользования и сельской инфраструктуры.

В соответствии с NAPA АБР оказывает Камбодже поддержку в разработке проектов по дальнейшему повышению осведомленности населения об изменении климата в водном секторе, укреплению климатической устойчивости инфраструктуры, восстановлению мангровых экосистем, повышению готовности населения к стихийным бедствиям и профилактике малярии. Пилотная программа повышения устойчивости к изменению климата (PPCR) является первой действующей программой в рамках Стратегического климатического фонда (СКФ) Фонда климатических инвестиций (CIF). Программа направлена на стимулирование более масштабных действий и трансформационных изменений, связанных с включением вопросов устойчивости к изменению климата в стратегии и программы развития страны и другие текущие инициативы, а также на обучение на практике и обмен опытом и передовой практикой на страновом, региональном и глобальном уровнях. Камбоджа была выбрана для участия в PPCR в качестве одной из девяти пилотных стран и двух регионов. АБР и Группа Всемирного банка предприняли шаги по разработке программы поддержки, которая позволит быстро нарастить потенциал и опыт Камбоджи по интеграции вопросов адаптации к климату в планирование развития. Программа PPCR будет направлена на внедрение климатических изменений на национальном и субнациональном уровнях, а также на интеграцию проблем изменения климата в деятельность частного сектора. Модернизируя энергосистему страны, состоящую из небольших изолированных энергосистем, работающих на дизельных генераторах, Второй проект АБР по

передаче и распределению электроэнергии дополняет предыдущие инвестиции в объекты передачи и распределения электроэнергии. Надежное электроснабжение позволит вывести из эксплуатации существующие дизельные генераторы, сократив выбросы парниковых газов.

В рамках поддерживаемой АБР региональной программы по выявлению коридоров биоразнообразия для компенсации воздействия экономического развития была разработана стратегия сохранения природы. Пилотный проект охватывает территории и водосборные бассейны, обеспечивающие водоснабжение, регулирование климата и обильное рыболовство для сотен тысяч людей. Цель проекта - восстановление и поддержание экологической целостности территорий, включая ландшафты Кардамона и Слоновьего хребта, путем совершенствования управления основными территориями для сохранения биоразнообразия и защиты водосборных бассейнов, а также создания коридоров устойчивого использования, соединяющих существующие охраняемые территории. При поддержке Фонда развития Северных стран готовятся пилотные мероприятия по повышению климатической устойчивости водной инфраструктуры и провинциальных дорог. АБР помогает финансировать масштабную модернизацию сельских дорог в некоторых беднейших провинциях Камбоджи в рамках проекта, который также будет направлен на решение растущих проблем безопасности дорожного движения и изменения климата. Проект "Улучшение сельских дорог" предусматривает прокладку более 500 км дорог в семи провинциях, расположенных в основном вокруг бассейна реки Тонлесап, а также разработку пилотных программ по созданию систем раннего оповещения и планирования действий в чрезвычайных ситуациях, а также систем сбора и хранения воды для борьбы с ожидаемым увеличением числа наводнений и засух.

Индонезия

Правительство Индонезии ратифицировало Киотский протокол в декабре 2004 года и определило Министерство охраны окружающей среды в качестве ведущего ведомства по реализации мер в ответ на изменение климата. В декабре 2007 года в Индонезии был обнародован NAPA, призванный направить деятельность учреждений на выработку скоординированного и комплексного подхода к борьбе с изменением климата. Основными направлениями стратегии смягчения последствий изменения климата в Индонезии являются энергетика, землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство (LULUCF), а также морской сектор; в то время как усилия по адаптации направлены на мониторинг и информацию, водные ресурсы, продовольственную безопасность, комплексное управление прибрежными районами, биоразнообразие и леса, здоровье людей и устойчивую инфраструктуру. Правительство также разработало концепцию Kampung Iklim - деревни, построенной и спроектированной с учетом проблем изменения климата. Индонезия поставила перед собой амбициозную задачу сокращения выбросов на 26% по сравнению с обычными прогнозами к 2020 году, а при международной поддержке - на 41%. Эта цель должна быть достигнута за счет увеличения инвестиций в возобновляемые источники энергии, такие как геотермальная энергия, и ограничения выбросов, связанных с вырубкой лесов и

изменениями в землепользовании. Сердце Борнео, расположенное на территории Индонезии, Малайзии и Брунея-Даруссалама, содержит крупнейший сплошной лесной массив в Юго-Восточной Азии и является одной из наиболее биологически разнообразных сред обитания на Земле. В поддержку инициативы АБР направил в ГЭФ предложение "Устойчивое управление лесами и биоразнообразием на индонезийском Борнео" для поддержки плана действий Индонезии в рамках стратегических рамок НоВ по управлению лесными ресурсами индонезийского Борнео в целях сохранения биоразнообразия, сохранения лесов и сокращения выбросов парниковых газов. Дальнейшая поддержка была оказана из Фонда АБР по борьбе с изменением климата для разработки и внедрения систем и мер по сокращению выбросов, обусловленных обезлесением и деградацией (REDD), что заложило основу для будущего финансирования в рамках рынка лесных углеродов REDD. Усилия Индонезии по сохранению природы также поддерживаются в рамках FIP и Программы восстановления и управления коралловыми рифами.

Обезлесение привело к росту числа стихийных бедствий, связанных с водой, таких как наводнения, оползни и засухи. Так обстоит дело в бассейне реки Цитарум, где лесные экосистемы сокращаются, а ограниченные водные ресурсы испытывают нагрузку из-за растущего спроса со стороны населенных пунктов. Поскольку сельское хозяйство является основным источником дохода домохозяйств в бассейне реки, программа АБР "Комплексное управление водными ресурсами Цитарума" позволяет снизить уровень бедности и повысить уровень жизни за счет эффективного развития и поддержания инфраструктуры водных ресурсов, учитывающей потребности адаптации к изменению климата, содействия эффективному использованию воды, повышения устойчивости к стихийным бедствиям и расширения прав и возможностей населения для участия в планировании и управлении водными ресурсами. При содействии АБР правительство приступило к выявлению имеющихся средств и проектов в области возобновляемой энергетики с потенциалом МЧР. Только 53% населения Индонезии подключено к электросетям, при этом наблюдаются значительные потери из-за несовершенства распределительных сетей. Для повышения энергоэффективности и надежности электроснабжения АБР финансирует реализацию Проекта развития возобновляемой энергетики и Проекта улучшения электропередачи (сектор). Совместно с другими партнерами по развитию АБР помог Индонезии получить доступ к финансированию из Фонда чистых технологий в размере 375 млн. долл., которое будет использовано в сочетании с донорскими средствами и частным капиталом для удвоения производства электроэнергии на основе геотермальной энергии и расширения финансирования энергоэффективности в стране. АБР реализует многотраншевую кредитную программу на сумму 550 млн. долл. для создания 145 МВт генерирующих мощностей и поддерживает план правительства по созданию револьверного фонда, который поможет снизить риск геологоразведки на участках, которые будут разрабатываться частным сектором. АБР также ведет переговоры о поддержке займа по программе борьбы с изменением климата в сотрудничестве с Японским агентством международного сотрудничества, Французским агентством развития и Всемирным банком.

Лаосская Народно-Демократическая Республика

Правительство Лаоса ратифицировало Киотский протокол в феврале 2003 года и продемонстрировало свою готовность сотрудничать с международным сообществом в решении проблемы изменения климата, создав ряд политических мер и институтов на национальном уровне. Через Агентство водных ресурсов и окружающей среды правительство подготовило в 2009 году NAPA и создало Национальное управление по изменению климата и технические рабочие группы для управления деятельностью в области изменения климата. Основные усилия правительства Лаосской Народно-Демократической Республики по адаптации к изменению климата сосредоточены на сельском и лесном хозяйстве, водных ресурсах и здравоохранении. При поддержке АБР в 2010 году были подготовлены национальная стратегия и план действий в области изменения климата. АБР и Фонд развития Северных стран также финансируют проект технической помощи, направленный на повышение потенциала Лаосской Народно-Демократической Республики в области противодействия последствиям изменения климата путем развития технических навыков и оказания политической поддержки восьми рабочим группам Национального руководящего комитета по изменению климата, отвечающим за реализацию плана действий по изменению климата страны. АБР также поддерживает исследования по оценке изменения климата, картированию уязвимости ключевых секторов экономики, важнейших объектов государственной инфраструктуры, городского и промышленного развития, а также отраслевых возможностей по смягчению последствий и МЧР. Лаосская Народно-Демократическая Республика, население которой в значительной степени зависит от богарного сельского хозяйства и морских ресурсов, весьма уязвима к нарастающим последствиям изменения климата, таким как наводнения, засухи и циклоны. В исследовании АБР "Воздействие климата и стратегии адаптации к нему для сектора сельской инфраструктуры" проведена оценка воздействия и рисков, связанных с наводнениями, вызванными изменением климата, на приоритетные объекты сельской инфраструктуры и сельскохозяйственную продукцию в Южном Лаосе (НДР). В водном секторе отраслевой проект АБР по развитию бассейна реки Нам Нгум направлен на оптимизацию использования водных ресурсов путем институционализации комплексного управления водными ресурсами, а также на поддержку инвестиционных мероприятий в относительно деградированных частях речного бассейна для обеспечения устойчивого управления водосборными бассейнами и предоставления возможностей для получения средств к существованию бедным слоям населения и этническим группам.

В соответствии с NAPA АБР также планирует инвестировать в программы по созданию альтернативных источников средств к существованию, в частности, в рамках Инициативы по сохранению коридоров биоразнообразия, в развитие вторичных профессий с целью повышения уровня жизни фермеров, а также в улучшение управления лесными и земельными ресурсами. Также разрабатываются пилотные варианты адаптации в водном, сельскохозяйственном и лесном секторах. Кроме того, в рамках FIP привлекаются средства для сокращения масштабов обезлесения и деградации лесов, а также для содействия устойчивому лесопользованию в стране. Лаос обладает богатыми гидроэнергетическими

ресурсами, позволяющими вырабатывать электроэнергию для местных нужд или на экспорт. Проект строительства гидроэлектростанции Nam Theun 2 - крупнейший гидроэнергетический проект в стране, поддерживаемый финансированием 27 сторон, включая Всемирный банк и АБР. Проект позволит вырабатывать 1070 мегаватт экологически чистой энергии, что более чем в 1,5 раза превышает текущие генерирующие мощности страны. Около 93% произведенной электроэнергии будет экспортироваться в Таиланд, а оставшиеся 7% - использоваться для внутреннего потребления. Доходы от реализации проекта будут использованы правительством Лаоса для инвестирования в программы, ориентированные на бедные слои населения страны. Социальные и экологические программы проекта разработаны таким образом, что от их реализации выиграет население и окружающая среда. Однако в горной местности остаются населенные пункты, где подключение к электросети будет затруднено. В рамках проекта развития малых и мини-ГЭС и проектов автономной солнечной энергетики АБР разрабатывает подходы к обеспечению отдаленных сельских населенных пунктов экологически чистой и возобновляемой электроэнергией, вырабатываемой гидроэлектростанциями и системами солнечных домов.

Филлипины

До ратификации Киотского протокола в ноябре 2003 года Филиппины уже в 1991 году приняли ряд мер по борьбе с изменением климата, выступив с рядом политических и правовых инициатив. Для координации различных мероприятий, связанных с изменением климата, разработки политики в области изменения климата, подготовки позиций в Рамочной конвенции ООН по изменению климата (РКИК ООН) и по другим вопросам был создан Межведомственный комитет по изменению климата. В области адаптации страна провела ряд технических исследований по вопросам изменения климата в таких областях, как уязвимость сельского хозяйства, водные ресурсы и прибрежные районы. В 2001 году на Филиппинах был создан информационный центр Klima Climate Change Center, который занимался оценкой мер по снижению выбросов парниковых газов и развитием потенциала в рамках МЧР. В 2007 году была также создана Президентская целевая группа по изменению климата и выпущен Филиппинский план действий по реагированию на изменение климата (PCCRAP). В 2009 году был принят Закон об изменении климата, направленный на включение вопросов изменения климата в государственную политику, и создана новая Комиссия по изменению климата, которая разработала Национальную рамочную стратегию по изменению климата на 2010-2022 годы. Страна также использует МЧР как возможность стимулировать инвестиции в биогаз, метановые технологии и возобновляемые источники энергии. Более половины территории Филиппин подвержено стихийным бедствиям, и около 85% ВВП приходится на районы, находящиеся в зоне риска. На возвышенностях изменение режима выпадения осадков приводит к увеличению темпов перевода лесов в сельскохозяйственные угодья за счет миграции населения из районов, деградировавших в результате засухи и эрозии.

Программа АБР "Повышение устойчивости к изменению климата в секторе комплексного управления природными ресурсами и окружающей средой" (INREM) должна повысить устойчивость населения горных районов, хрупких горных экосистем и речных бассейнов к локальным климатическим воздействиям. Используя целостный подход к управлению климатическими рисками и адаптации к ним на уровне местных сообществ, программа направлена на выявление природных ресурсов, подверженных наибольшему риску, и снижение уязвимости этих водозависимых территорий. При поддержке Фонда АБР по борьбе с изменением климата изучаются возможности направления платежей за экосистемные услуги, включая связывание углерода. Филиппины, обладающие потенциальной ветроэнергетической мощностью 76 600 МВт, могут вдохнуть новую жизнь в возобновляемые низкоуглеродные источники энергии за счет использования этого ресурса. АБР и Япония будут финансировать исследования по изучению возможности строительства ветроэнергетических установок на севере Филиппин. Проект АБР по развитию ветропарка Pasuquin East с привлечением инвестиций частного сектора предусматривает поэтапное строительство ветропарка мощностью 120 МВт для увеличения энергоснабжения страны. Данные и анализ, полученные в ходе проекта, помогут определить жизнеспособность коммерческой ветроэнергетики. АБР ожидает, что филиппинский проект по повышению энергоэффективности позволит снизить стоимость производства электроэнергии и предотвратить значительные объемы выбросов парниковых газов, что позволит получить углеродные кредиты в рамках МЧР. По оценкам, проект поможет отсрочить инвестиции в новые электростанции на 450 млн. долл. и ежегодно экономить около 120 млн. долл. на стоимости топлива, что эквивалентно сокращению выбросов на 250 тыс. т СО 2 в год. В рамках проекта, направленного на повышение энергоэффективности, будет проведена модернизация освещения в правительственных зданиях, поставлено 13 млн. компактных люминесцентных ламп потребителям, а также внедрены схемы энергоэффективного общественного освещения и зданий.

АБР оказал помощь в подготовке инвестиционного плана по развитию чистых технологий на Филиппинах с целью мобилизации дополнительных средств на развитие солнечной энергетики. Некоторые островные и горные общины в отдаленных районах страны до сих пор не имеют доступа к электроэнергии, что ограничивает возможности получения средств к существованию и загоняет их в ловушку бедности. Проект "Возобновляемая энергетика и развитие средств к существованию для бедных слоев населения в штате Негрос-Оксидентал" обеспечивает эффективное использование возобновляемых источников энергии для местных сообществ в автономных районах Филиппин. По состоянию на июнь 2009 года были введены в эксплуатацию три микрогидроэлектростанции, которыми воспользовались 270 семей, а также создан фонд микрокредитования в размере 350 тыс. долл. для оказания помощи бедным общинам в подключении к электросети и обеспечении средств к существованию в 11 несетевых районах.

Таиланд

Ратифицировав Киотский протокол в августе 2002 года, правительство Таиланда в лице Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды в 2006 году подготовило свою первую национальную стратегию по изменению климата и разработало Национальный стратегический план по изменению климата на 2008-2012 годы. В плане Таиланда усилия направлены на адаптацию: создание потенциала для адаптации к изменению климата и снижение уязвимости; содействие деятельности по снижению выбросов парниковых газов; поддержка исследований и разработок как по адаптации, так и по снижению воздействия; повышение осведомленности и участие общественности; укрепление потенциала соответствующих учреждений и государственных служащих; поддержка международного сотрудничества. АБР оказывает поддержку государственным учреждениям Таиланда в решении проблем, связанных с уязвимостью к изменению климата, начиная с разработки систем оценки рисков и управления стихийными бедствиями, особенно в сельскохозяйственном секторе, и заканчивая оказанием помощи фермерам в адаптации к последствиям.

Проводимое при поддержке АБР исследование Mainstreaming Energy Efficiency Measures in Thai Municipalities позволит повысить энергетическую безопасность Таиланда и снизить уровень выбросов парниковых газов за счет продвижения инициатив в области энергоэффективности. Исследование позволит достичь этой цели путем укрепления потенциала провинциального управления электроэнергетики и муниципалитетов в области определения, разработки, финансирования и реализации мер по повышению энергоэффективности, а также путем пилотирования проектов по повышению энергоэффективности, включающих переоборудование муниципальных зданий и модернизацию уличного освещения. АБР помогает финансировать строительство двух солнечных электростанций в центральном Таиланде, тем самым обеспечивая выполнение поставленной правительством Таиланда задачи по получению 20,4% первичной коммерческой энергии из возобновляемых источников к 2022 году. Строительство электростанций является частью Азиатской инициативы АБР по солнечной энергетике, направленной на поддержку проектов, которые помогут Азии максимально использовать свой потенциал для производства солнечной энергии.

Инициатива предусматривает предоставление финансовой поддержки в размере 2,25 млрд. долл. для реализации 3000 мегаватт солнечной энергии в развивающихся странах-членах АБР к середине 2013 года. В Таиланде в изобилии производятся сельскохозяйственные отходы. Проект АБР по строительству электростанции на биомассе предусматривает финансирование строительства электростанции мощностью 125 МВт, которая поможет диверсифицировать энергетический баланс страны и увеличить поставки возобновляемой энергии. В течение первых 10 лет работы станции будет сэкономлено около 4 млн. тонн CO2-эквивалента, а также ожидается значительное улучшение качества воздуха, поскольку в противном случае биомасса сжигалась бы под открытым небом.

Вьетнам

После ратификации Киотского протокола в сентябре 2002 года во Вьетнаме были созданы Страновая группа по изменению климата и Национальная группа технических экспертов для управления и реализации проектов, касающихся проблем изменения климата. Гидрометеорологическая служба при Министерстве природных ресурсов и окружающей среды была назначена национальным органом по выполнению обязательств РКИК ООН и Киотского протокола. В 2008 году правительство утвердило Национальную целевую программу (НЦП) по противодействию изменению климата. Ее стратегические цели включают оценку последствий изменения климата, разработку обоснованных планов действий по эффективному реагированию на изменение климата для обеспечения устойчивого развития, развитие низкоуглеродной экономики и присоединение к усилиям международного сообщества по смягчению последствий изменения климата и защите климатической системы. В период с 2009 по 2015 год правительство Вьетнама выделило 143,6 млн. долл. на решение проблем, связанных с изменением климата. Министерство сельского хозяйства и развития сельских районов создало постоянный комитет по изменению климата для содействия учету климатических изменений и активно привлекает других доноров к реализации ряда инициатив. АБР окажет поддержку министерству в оценке вариантов действий в связи с изменением климата в секторе и провинции, разработке цикла планирования на 2010-2015 годы и наращивании потенциала. В рамках технической помощи АБР по адаптации к изменению климата на Меконге разрабатывается подробная оценка климатических рисков, воздействий и подходящих вариантов адаптации для энергетического, транспортного и сельскохозяйственного секторов в провинциях Кау Мау и Кианг Гиенг.

К настоящему времени введены в действие шесть планов устойчивого лесопользования, охватывающих более 3 млн. га и запасы древесины на сумму 4,4 млрд. долл. Создано около 30 тыс. га высокопродуктивных плантаций и защищено 99 тыс. га естественных лесов, что позволило улучшить условия жизни более 80 тыс. домохозяйств. В рамках проекта совершенствуются системы поддержки принятия решений по планированию и управлению лесами, а также укрепляется технический, управленческий и мониторинговый потенциал соответствующих заинтересованных сторон. АБР также ожидает, что данный проект и региональная инициатива "Коридоры сохранения биоразнообразия" будут способствовать снижению выбросов парниковых газов, одновременно поддерживая средства к существованию местных сообществ. Также реализуются проекты Глобального экологического фонда/Специального фонда по борьбе с изменением климата, направленные на повышение устойчивости населения и инфраструктуры в уязвимых прибрежных и горных сельских районах Вьетнама к воздействию изменения климата. В рамках инвестиционного плана Фонда чистых технологий для Вьетнама выделено 150 млн. долл. на проекты АБР в области промышленной энергоэффективности (50 млн. долл.) и городского транспорта (100 долл.). Ожидается, что исследование АБР "Поддержка реализации Национальной программы энергоэффективности" будет способствовать энергосбережению и существенному снижению энергопотребления за счет внедрения передового опыта

энергосбережения в промышленности. Для повышения качества жизни в городах и снижения зависимости от частных видов транспорта в рамках исследований системы метрополитена в Хошимине и Ханое разрабатываются технико-экономические обоснования внедрения скоростного массового транспорта в этих городах, что приведет к снижению выбросов в атмосферу от транспортного сектора. АБР также завершил подготовку подробных отчетов по вариантам адаптации к изменению климата для города Хошимина в рамках проекта "Азиатские прибрежные мегаполисы".

5. Анализ национальных трендов

Для Республики Казахстан основными торговыми партнёрами являются: Россия, Китай, Европейский Союз, Турция и Южная Корея. Из данных стран только в России нет и не планируется ввод углеродного регулирования, а в Турции в настоящее время действует добровольное углеродное регулирование, однако планируется ввод системы регулирования выбросов парниковых газов аналогичной СТВ ЕС.

В Республике Казахстан основной вклад в выбросы парниковых газов вносит сектор «Энергетическая деятельность» (74,7%), что подразумевает выбросы от прямого сжигания топлива. Топливные энергетические ресурсы, потребляемые на внутреннем рынке Республики Казахстан: уголь, нефтепродукты, природный газ.

Таблица 5.1. Потребление топливно-энергетических ресурсов

	Ед. изм.	**2022 г**	**млн т.у.т.**
Уголь	млн тонн	81,4	57,0
Бензин	млн тонн	5,0	7,0
Дизельное топливо	млн тонн	5,5	8,5
Керосин	млн тонн	0,8	1,2
Мазут	млн тонн	0,9	1,3
СУГ	млн тонн	1,5	2,3
Природный газ	млрд $м^3$	19,8	23,2
Попутный газ	млрд $м^3$	4,6	5,3

Тем самым отраслевые рынки значимые для климатической политики — это рынки угля, нефтепродуктов и природного газа. В структуре потребления энергетических ресурсов в Республике Казахстан преобладает уголь (54%).

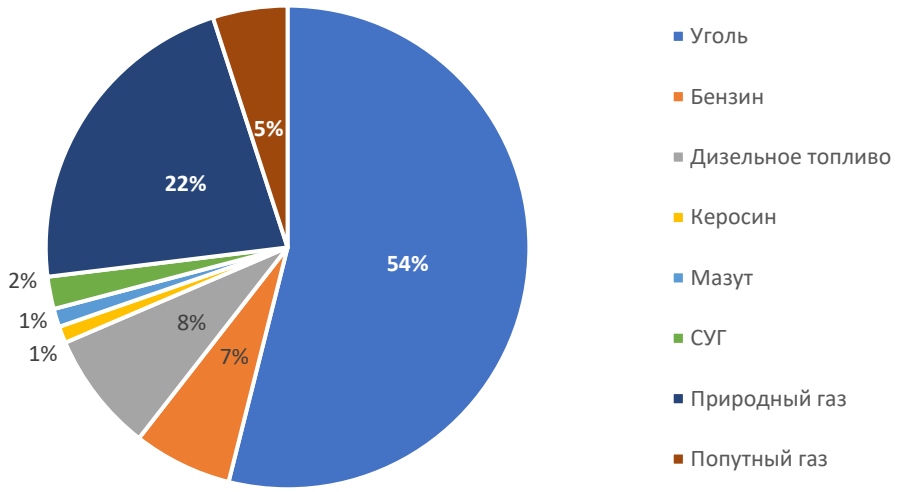


Рисунок 5.1. Структура потребления топливных энергетических ресурсов

5.1. Внутренний рынок угля[1]

Уголь играет важнейшую роль в экономике Республики Казахстан: в 2022 году на него все еще приходилось 52% от совокупного потребления первичных энергоресурсов в стране.

Основными потребителями угля являются угольные электростанции, на потребление которых в 2022 году пришлось 57,5 млн тонн угля, и котельные, которые потребили 6,9 млн тонн угля. Потребление угля промышленным сектором составило 6,0 млн тонн угля, на коммунально-бытовой сектор и население пришлось 11,0 млн тонн угля.

Основу потребления составляют уголь Экибастузского бассейна – на нем работают 10,9 ГВт угольных электростанций, на углях Карагандинского бассейна эксплуатируются 1,9 ГВт угольных мощностей, еще 0,6 ГВт угольных мощностей работают на угле месторождения Каражыра.

По данным Министерства индустрии и инфраструктурного развития, в стране действует 25 угледобывающих предприятий, при этом три четверти национальной добычи сосредоточено на четырех предприятиях: ТОО «Богатырь Комир», АО «Евроазиатская Энергетическая Корпорация» (ERG), АО «Шубарколь Комир» и АО «АрселорМиттал Темиртау». Крупнейшим производителем угля в Республике Казахстан является ТОО «Богатырь Комир» (39% добычи), но уголь данного предприятия так же, как и другие угли участков Экибастузского разреза, относятся к высокозольным, для сжигания которых необходимы специально спроектированные котлоагрегаты.

В период 2017–2021 гг объем добычи крупными угледобывающими предприятиями (>80% добычи угля в стране) увеличился на 8%, при этом предприятия фактически достигли своей проектной мощности и дальнейшее наращивание объемов добычи будет связано со значительными инвестициями. Получение инвестиций под угольные проекты от широкого круга международных финансовых организаций невозможно ввиду введенных ограничений на инвестиции в добычу углеводородного топлива.

В последние годы в казахстанской промышленности отмечается тренд на внедрение установок сухого обогащения угля. Внедрение данной технологии в опытно-промышленную эксплуатацию началось с 2010-х годов на месторождении «Каражыра», сейчас ряд угледобывающих предприятий уже планирует внедрение технологии сухого обогащения, в том числе на месторождении Богатырь планируется строительство комплекса сухого обогащения угля на разрезе «Северный» с производительностью до 2 млн тонн угля в год.

Несмотря на то, что в Республике Казахстан продолжается реализация программы газификации и активно идет внедрение ВИЭ, в период до 2040 года уголь останется значимым источником энергии для экономики – особенно в сфере производства электроэнергии.

До 2035 года, несмотря на перевод Алматинских ТЭЦ на природный газ, запланировано строительство четырех новых энергоблоков ГРЭС общей

[1] По материалам «Национального энергетического доклада KAZENERGY 2023»

мощностью 2136 МВт и угольной ТЭЦ в г. Кокшетау мощностью 240 МВт, планируется также расширение ряда угольных ТЭЦ.

В результате потребление угля энергетическим сектором может вырасти на 5 млн тонн. Увеличение проектной мощности разреза Богатырь позволяет полностью скомпенсировать данный рост потребления.

Ввод новых мощностей угольных электростанций будет сопровождаться постепенным выводом из эксплуатации энергоблоков ГРЭС с высоким уровнем износа и длительным сроком эксплуатации, кроме того, в случае строительства АЭС угольная генерация на ГРЭС будет постепенно вымещаться.

После 2035 года рост угольных мощностей будет скомпенсирован постепенным выбытием угольной генерации с большим сроком наработки оборудования. Пик внутреннего потребления угля прогнозируется до 2035 года, далее – снижение потребления, которое в большей степени будет зависеть от объемов ввода мощностей АЭС.

В промышленности, особенно в горно-металлургическом секторе, потребление угля будет снижаться, так реализация проекта «Гидрополимет» на Риддерском металлургическом заводе приведет к существенному снижению потребления угля и угольного кокса.

В результате, прогноз потребления угля на внутреннем рынке Республики Казахстан в период до 2030 может быть сделан с учетом что планируемого развития угольной генерации, а именно реконструкция блока №1 Экибастузской ГРЭС-1 (500 МВт) к 2024 году и вводом третьего блока мощностью 636 МВт Экибастузской ГРЭС-2 к 2026 году. Прогнозируемый прирост выработки электроэнергии на ГРЭС к 2027 году составит 6,9 млрд кВт*ч, кроме того, планирует расширение Усть-Каменогорской ТЭЦ на 118 МВт к 2023 году, что также увеличит выработку электроэнергии из угля на 0,5 млрд. кВт*ч. С учетом удельного расхода угля 0,39 кг/кВт*ч, может быть рассчитан прирост потребления угля за счет новой угольной генерации, но с учетом снижения потребления угля за счет перевода на газ Алматинских ТЭЦ-2 (2,3 млн тонн) и ТЭЦ-3 (0,9 млн тонн).

Дополнительным фактором, оказывающим влияние на спрос на электроэнергию, является активно развивающаяся индустрия майнинга криптовалют. Оценки показывают, что более чем на 7 млрд кВт*ч потребление угольной генерации может вырасти ввиду увеличения объемов майнинга криптовалют до 2030 года.

Постепенная газификация регионов и населения будет влиять на снижение потребления угля, однако высокая по сравнению с углем стоимость природного газа будет основным сдерживающим фактором для замещения угля природным газом в секторе жилищно-коммунального хозяйства.

Важным фактором внутреннего рынка угля является фактическое сдерживание цен реализации угля с добывающих предприятий и наличие перекрестного субсидирования железнодорожной транспортировки угля. В случае отмены административного сдерживания цен на уголь, цена на уголь на внутреннем рынке оценочно может вырасти на 30-40%. Маловероятно, что регулирование цен на уголь и перекрестное субсидирование транспортировки угля за счет других товаров будет прекращено в ближайшие годы.

5.2. Внутренний рынок нефтепродуктов[2]

Январские события 2022 года временно остановили стремление правительства Республики Казахстан к повышению внутренних цен за счет либерализации. В январе 2023 года государственное регулирование цен на моторное топливо было решено продлить на неопределенный срок, хотя в правительстве прорабатывается вопрос по планомерному переходу к рыночному ценообразованию на нефтепродукты. В августе 2022 года ввели двухуровневую систему дифференцированных розничных цен на дизельное топливо, в соответствии с которой для иностранных граждан устанавливались более высокие цены на него, чем для граждан Республики Казахстан, в целях борьбы с хронической проблемой трансграничной утечки.

Дизельное топливо

Дизельное топливо – самая крупная (среди нефтепродуктов) составляющая ассортимента НПЗ Республики Казахстан и казахстанского баланса внутреннего потребления. Оно находит широкое применение в стране и используется во многих отраслях экономики, а крупнейшим его потребителем является транспортная сфера (грузовой автотранспорт). Главными поставщиками дизельного топлива на внутренний рынок являются Petrosun и КМГ, выступающие в роли дистрибьюторов. Спрос в основном удовлетворяется за счет внутреннего производства, однако в течение 2016-22 годов Республика Казахстан ежегодно оставалась нетто-импортером дизельного топлива в относительно небольших объемах.

В 2022 году производство дизельного топлива выросло на 8,5% до 5,4 млн т, видимый спрос на него повысился на 7,2% до 5,5 млн т, тогда как импорт сократился на 47,4% до 178 000 т, а экспорт снизился на 46,7% до 119 000 т. Скачок внутреннего спроса на дизельное топливо в 2022 году, очевидно, объясняется сочетанием таких факторов как дальнейшее восстановление после пандемии, более высокие темпы базового экономического роста и увеличение объемов трансграничных перевозок. Спросу также содействовал рост грузовых перевозок через Республику Казахстан.

Базовый сценарий предполагает, что в 2023-2030 годы производство дизельного топлива довольно сильно возрастет, увеличившись до 6,7 млн т в 2030 году, однако при этом потребление повысится до 7,8 млн т. На протяжении прогнозного периода будет расти потребность в импорте, и в 2030 году чистый импорт дизельного топлива составит 1,1 млн т. По нашим прогнозам, основным драйвером увеличения внутреннего спроса на дизельное топливо станут автомобильные грузоперевозки (включая транзит), что обусловлено базовым ростом ВВП и необходимостью транспортировки товаров.

[2] По материалам «Национального энергетического доклада KAZENERGY 2023»

Бензин

Бензин занимает второе место среди нефтепродуктов по объему производства и потребления в Республике Казахстан. Крупнейшим производителем бензина в стране является Шымкентский НПЗ. Каждый из нефтеперерабатывающих заводов главным образом обеспечивает бензином определенный регион страны. По последним из имеющихся данных, свыше 80% поставок бензина АИ-92 и бóльшую часть поставок бензина АИ-95 на внутренний рынок совместно обеспечивали Petrosun и КМГ; объем реализации через товарные биржи относительно невелик (официальный целевой показатель продаж бензина на товарной бирже составлял всего 10% от совокупного объема ранее в текущем году, однако предполагается, что к 2025 году доля бензина, реализуемого через биржи, должна вырасти до 20%).

В 2022 году производство бензина выросло на 3,1% до 4,97 млн т – почти аналогично внутреннему спросу, который повысился на 5,7% до 4,99 млн т. Согласно базовому сценарию прогноза, в 2030 году внутреннее производство бензина вырастет до 6,4 млн т. При этом видимый спрос повысится до 5,4 млн т. В результате ожидается увеличение объемов экспорта в несколько раз: в 2030 году чистый экспорт составит 1,0 млн т.

Керосин

Традиционно являясь нетто-импортером керосина (в основном авиационного), Республика Казахстан временами приближалась к выходу на самообеспечение после модернизации НПЗ: в 2022 году более 85% потребления было покрыто за счет внутреннего производства, тогда как в 2016 году этот показатель составлял менее 60%. Авиакеросин используется в гражданской и военной авиации, и начиная с 2015 года спрос на него рос быстрыми темпами в связи с широким распространением туризма и увеличением авиаперелетов в Республике Казахстан: в 2016-22 годы среднегодовые темпы роста составляли 10% (даже с учетом падения почти на 30% в 2020 году). В региональном плане спрос сосредоточен на юге Республики Казахстан (главным центром спроса является алматинский хаб). Распределение поставок авиакеросина для авиакомпаний утверждается на ежемесячной основе Министерством энергетики совместно с Министерством индустрии и инфраструктурного развития.

К 2030 года внутреннего предложения вновь станет достаточно для удовлетворения спроса в стране, однако с 2030-х годов Республика Казахстан, вероятнее всего – хоть и в незначительной мере – вернется к статусу нетто-импортера керосина (в основном из России), но объемы импорта предположительно будут оставаться незначительными.

Мазут

Мазут – темный нефтепродукт с относительно низкой добавленной стоимостью. Поскольку на внутреннем рынке традиционно складывается его избыток, большие объемы мазута экспортируются. В Республике Казахстан мазут в основном потребляется в сфере электроэнергетики/теплоснабжения и в сельском

хозяйстве, а внутренние цены на него для социально значимых потребителей регулируются. Лидером по потреблению мазута является северо-центральный регион Республики Казахстан, где наблюдается высокая концентрация предприятий электроэнергетики, теплоснабжения и промышленности, а обеспеченность трубопроводным газом традиционно низкая (поэтому мазут служит вспомогательным или основным видом топлива). Если говорить об экспорте, то мазут обычно находит применение в качестве промежуточного сырья на НПЗ с более сложными технологиями переработки (прежде всего в Европе), а также в качестве судового бункерного топлива.

В результате модернизации НПЗ производство и экспорт мазута с 2018 года сокращались, но, тем не менее, он продолжает производиться в значительных объемах; в 2022 году на фоне роста переработки на НПЗ производство мазута увеличилось на 18% до 3,3 млн т (самый высокий уровень с 2017 года). В этой связи, хотя видимый спрос также повысился – до 0,9 млн т (максимальный показатель с 2010 года), экспорт вырос до 2,4 млн т.

В долгосрочной перспективе прогнозируется сокращение производства мазута до 2,0 млн т в год к 2030 году. Ожидается, что дальнейшая модернизация НПЗ и снятие производственных ограничений будет способствовать повышению доли светлых нефтепродуктов в общем объеме производства, в результате чего доля темных нефтепродуктов сократится. Однако при этом предполагается, что внутренний спрос на мазут в течение прогнозного периода снизится всего на 4% и останется на уровне около 1 млн т, в связи с чем экспорт мазута из Республики Казахстан довольно резко снизится.

5.3. Рынок товарного газа

Одним из приоритетных направлений для Республики Казахстан является расширение использования природного газа в экономике. Правительство страны утвердило Комплексный план развития газовой отрасли Республики Казахстан на 2022–2026 годы. Создан национальный оператор по газу АО «Национальная компания «QazaqGaz» (QG), который осуществляет деятельность по всей производственно-сбытовой цепочке, включая геологоразведку, добычу, транспортировку и реализацию.

В качестве одного из элементов программы предусматривается наращивание ресурсной базы газа за счет повышения инвестиционной привлекательности проектов разработки газовых месторождений, которое потребует повышения цен на газ. В течение ближайших 5–7 лет планируется ввести в эксплуатацию семь новых перспективных нефтегазовых и газоконденсатных месторождений, которые должны обеспечить прирост добычи сырого газа в объеме до 4,2 млрд м^3 в год к 2030 году.

Для увеличения производства товарного газа требуется расширение газоперерабатывающих мощностей, к 2030 году прирост новых перерабатывающих мощностей до 10 млрд м^3 в год.

Свободного рыночного ценообразования на товарный газ в Республике Казахстан нет, потому что действует полное регулирование цен со стороны государства. В настоящее время осуществляется переход к большей дифференциации ценообразованию для конечных потребителей за счет выделения новых категорий потребителей: крупных коммерческих потребителей и майнеров. Кроме того, предполагается введение дифференциации цен на газ для населения с учетом льготных цен для социально-незащищенных слои населения. Крупные коммерческие потребители и майнеры будут покупать газ по более высоким ценам, что позволит покрыть более высокую стоимость производства товарного газа.

В 2022 году Правительство были внесены изменения и дополнения в Закон «О газе и газоснабжении», согласно которым предельные цены оптовой реализации природного газа устанавливаются на пятилетний срок, чтобы обеспечить более долгосрочные гарантии для участников газового рынка. Предельные цены оптовой реализации устанавливаются на региональном уровне, а также для предприятий, использующих природный газ для производства КПГ или СПГ в целях дальнейшей реализации конечным потребителям. На следующие годы предусмотрена возможность ежегодного повышения оптовых цен в пределах 20-75% с целью вывести их на экономически приемлемый уровень.

В 2022 году валовая добыча газа в Республике Казахстан составила 53,2 млрд $м^3$, снизившись по сравнению с 2021 г, производство товарного газа в 2022 году составила 36,0 млрд $м^3$. В долгосрочной перспективе складывается обеспечение газа для производства товарного газа, необходимо чтобы для недропользователей подготовка товарного газа из ПНГ была экономически рентабельной. Пока уровень закупки товарного газа у недропользователей остается на низком уровне, что делает обратную закачку в пласт экономически выгодной для недропользователей. Поэтому так важно изменить подходы к ценообразованию. Ожидается, что производство товарного газа выйдет на пиковый уровень к 2035 году на отметке около 42 млрд $м^3$ в год.

6. Аналитика климатических сценариев декарбонизации с предложениями по совершенствованию проводимых государством политик

6.1. Введение

Деятельность человека, в основном за счет выбросов парниковых газов, однозначно вызвала глобальное потепление: в 2011–2020 годах глобальная температура поверхности земли выросла на 1.1°C от показателя 1850–1900 годов [40]. Антропогенное изменение климата уже влияет на многие погодные и климатические экстремальные явления во всех регионах земного шара. Это привело к широко распространенным негативным последствиям для продовольственной и водной безопасности, здоровья человека, а также для экономики, общества и природы. Уязвимые сообщества, которые исторически внесли наименьший вклад в нынешнее изменение климата, страдают непропорционально сильно.

Наблюдаемое потепление вызвано деятельностью человека: потепление от парниковых газов (парниковых газов), в котором преобладают углекислый газ (CO_2) и метан (CH_4), частично маскируется аэрозольным охлаждением. В 2021 году концентрация CO_2 в атмосфере достигла 415 частей на миллион (млн$^{-1}$), CH4 — 1896 частей на миллиард (млрд$^{-1}$), а оксида азота (N_2O) — 335 млрд$^{-1}$. Другими важными факторами потепления являются тропосферный озон (O_3) и галогенированные газы. Концентрации CH_4 и N_2O возросли до уровня, беспрецедентного как минимум за последние 800 000 лет, и существует высокая степень уверенности в том, что нынешние концентрации CO_2 выше, чем когда-либо за последние два миллиона лет [40]. Семь секторов энергетики и землепользования выступают в качестве прямых источников глобальных выбросов. Один сектор — лесное хозяйство и другие виды землепользования — также выступает в качестве естественного поглотителя углекислого газа. Секторы и доли их выбросов в 2019 году были следующие (см. Рисунок 6.1.1) [41]:

- Электроэнергетика, состоящая из производства электроэнергии и тепла: 30% выбросов CO_2 и 3% выбросов N_2O.
- Промышленность, состоящая из различных промышленных процессов, включая производство стали, цемента и химикатов, а также добычу и переработку нефти, газа и угля: 30% выбросов CO_2, 33% выбросов метана, 8% выбросов N_2O.
- Мобильность, состоящая из автомобильного, авиационного, железнодорожного, морского и других видов транспорта: 19% выбросов CO_2 и 2 процента выбросов N_2O.
- Здания, включая отопление и приготовление пищи: 6% выбросов CO_2.
- Сельское хозяйство, состоящее из прямого использования энергии на фермах и выбросов в результате сельскохозяйственной практики и рыбного промысла: 1 процент выбросов CO_2, 38% выбросов метана и 79% выбросов N_2O.
- Лесное хозяйство и другое землепользование, в первую очередь изменение растительного покрова: 14% выбросов CO_2, 5% выбросов метана и 5% выбросов N_2O.

• Отходы, состоящие из вывоза и переработки твердых отходов, сжигания и очистки сточных вод: 23% выбросов метана, 3% выбросов N_2O.

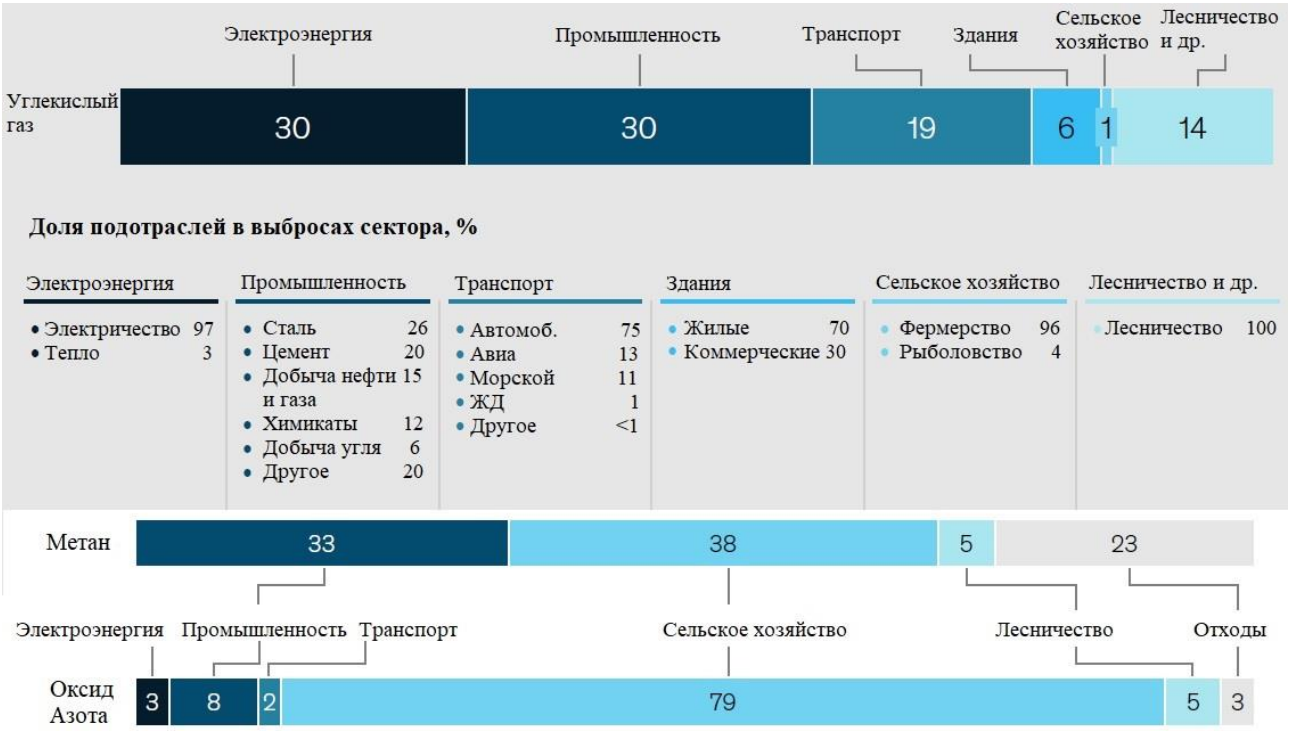


Рисунок 6.1.1. Доля выбросов по секторам энергетики и землепользования, 2019 г., % [41]

Чтобы стабилизировать климат и ограничить физические климатические риски, необходимо сократить выбросы парниковых газов в атмосферу. Концепция «чистого нуля» (англ. Net Zero) подразумевает, что количество антропогенных выбросов парниковых газов в атмосферу равно количеству парниковых газов, поглощаемого из атмосферы. Более умеренный вариант снижения выбросов – концепция углеродной нейтральности, где рассматривается конечное количество не всех парниковых газов, а только углекислого газа. Для ограничения антропогенного глобального потепления до 1,5°C или менее 2°C к концу столетия, определенного Парижским соглашением, необходимо глубокое, быстрое и устойчивое сокращение выбросов парниковых газов, достижение углеродной нейтральности, а также значительное сокращение выбросов других парниковых газов, в частности метана.

В связи с этим мировое сообщество и отдельные государства вводят различные меры по смягчению последствий и адаптации к изменению климата, однако существующих мер согласно Межправительственной группе экспертов по изменению климата (МГЭИК) [40] и другим агентствам не достаточно для достижения целей Парижского соглашения. В связи с этим различные агентства и компании разрабатывают сценарии Чистого Нуля и декарбонизации для выявления самых эффективных мер и стратегий. Данные сценарии необходимы для расчета капитальных затрат на сокращение парниковых газов, моделирование результатов, чтобы выводить международные и государственные стратегии по снижению выбросов парниковых газов и для более упорядоченного перехода к нулевому

уровню выбросов. Сценарии декарбонизации могут быть как отраслевые, так и глобальные, охватывающие все сектора экономики, ответственные за выбросы парниковых газов. Больше всего работы проделано по сценариям декарбонизации энергетики, так как этот сектор ответственен за 83% всех выбросов CO_2 (см. Рисунок 6.1.2).

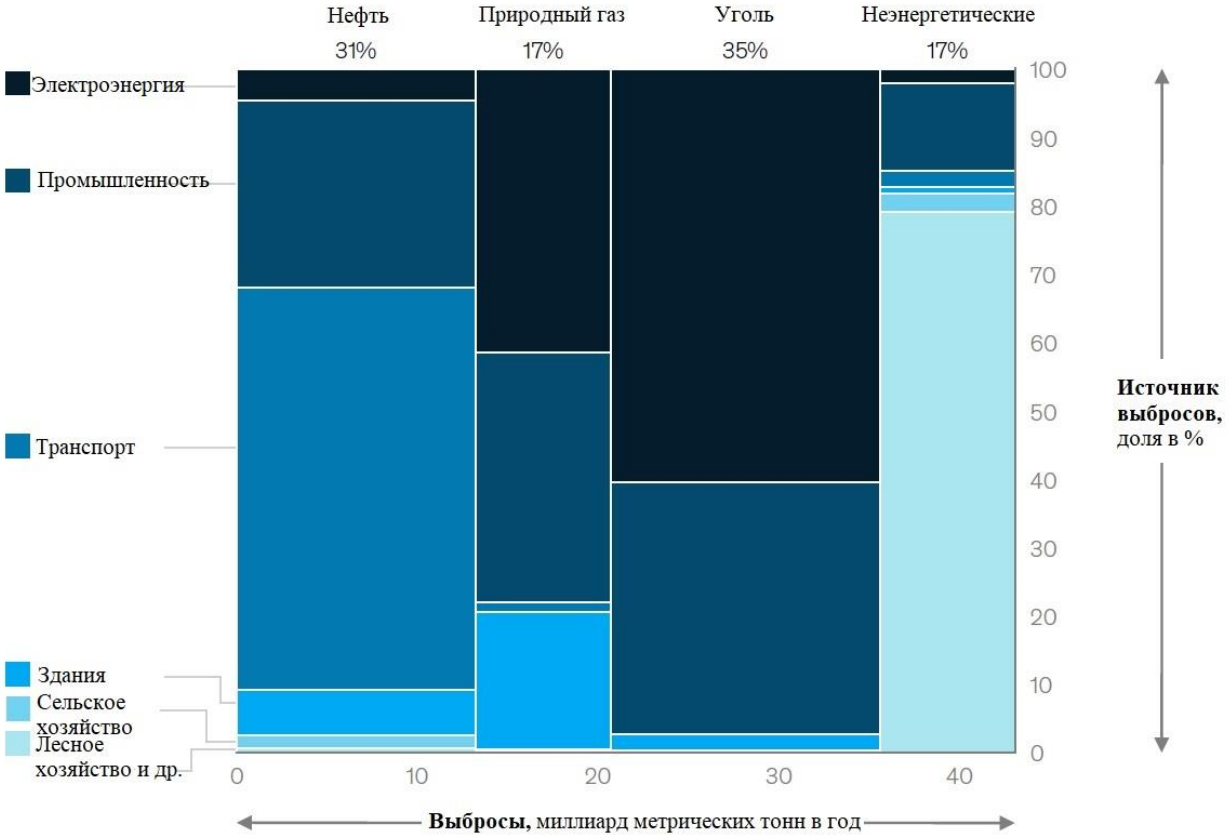


Рисунок 6.1.2. Выбросы CO_2 по видам топлива и секторам, 2019 г. [41]

Цель данного раздела отчета представить комплексный анализ существующих сценариев декарбонизации и чистого нуля различных секторов экономики и вывести эффективные рекомендации для Республики Казахстан по достижению углеродной нейтральности. Раздел состоит из описания сценариев и трех частей, каждая из которых охватывает различные сектора:

- Электроэнергетика (производство электричества и тепла) и транспорт. Данные сектора объединены из-за тренда к электрификации транспорта, что приведет к большей зависимости транспорта от электроэнергетики и значительному росту потребления электричества.
- Промышленность и здания.
- Сельское и лесное хозяйство и другие виды землепользования.

6.2. Сценарии декарбонизации

Основные сценарии, взятые для сравнения, - сценарий Net Zero 2050 Международного Энергетического Агентства (МЭА) [42], сценарий Net Zero 2050 от Сообщества по Повышению Экологичности Финансовой Системы (NGFS) [43] и его аналитика от McKinsey [41], сценарии Accelerated и Net Zero от BP [44] и Sky 1.5 от Shell [45]. В сценариях МЭА, NGFS и BP достигается углеродная нейтральность в 2050 году, в то время как сценарий Sky 1.5 прогнозирует события до 2100 года и допускает достижение углеродной нейтральности в поздних 2050-х годах. Сроки по достижению углеродной нейтральности взяты в соответствии с целями МГЭИК по сдерживанию роста температуры в пределах 1.5°C с 50% вероятностью для всех сценариев чистого нуля, а Accelerated сценарий соответствует цели по сдерживанию глобального потепления в пределах 2°C с 65% вероятностью.

1. Net Zero 2050 (МЭА)

Сценарий Net Zero 2050 от МЭА фокусируется на достижении углеродной нейтральности в энергетике и индустриальных процессах и снижении выбросов метана в энергетике до 2050 года [42]. Прогнозы в сценарии были созданы с помощью гибридной модели, которая сочетает в себе компоненты двух моделей МЭА: модели Мировой Энергетики (World Energy Model – WEM) и модели Обзора Энергетических Технологий (ETP). Это позволяет объединить лучшие качества двух моделей. WEM моделирует энергетические рынки и позволяет сделать анализ секторальных и региональных политик, в то время как ETP представляет собой крупномасштабную модель частичной оптимизации с подробным описанием более чем 800 отдельных технологий в секторах преобразования энергии, промышленности, транспорта и строительства. Сценарий Чистого Нуля МЭА базируется на следующих принципах:

- Внедрение всех существующих технологий и способов снижения выбросов зависит от стоимости, зрелости технологии, политических преференций, условиями рынка и страны.
- Все страны сотрудничают в цели достижения чистого нуля на всей земле. Все страны прикладывают усилия для достижения цели, работая эффективно и взаимовыгодно, и осознают различные стадии экономического развития стран и регионов и важность обеспечения справедливого перехода.
- Упорядоченный переход во всем энергетическом секторе. Это включает в себя постоянное обеспечение безопасности поставок топлива и электроэнергии, минимизацию, где это возможно, проблемных активов и стремление избежать волатильности на энергетических рынках.

В сценарии чистого нуля трансформация энергетического сектора происходит на фоне значительного роста населения земли и мировой экономики. В 2020 году в мире проживало около 7,8 миллиарда человек; по прогнозам, к 2030 году это число увеличится примерно на 750 миллионов человек, а к 2050 году — почти на 2 миллиарда человек в соответствии со средним вариантом прогнозов Организации Объединенных Наций (ООН). С 2022 года тенденция роста ВВП

близка к допандемическому уровню, составлявшему в среднем около 3% в год, что соответствует оценкам МВФ. К 2030 году мировая экономика станет примерно на 45% больше, чем в 2020 году, а к 2050 году — более чем в два раза.

В сценарии МЭА прогнозируется резкий спад в потребности нефти и природного газа, и соответственно не требуется разработка новых месторождений, в том числе и угля. Цены на энергоносители установлены путем определения равновесия спроса и предложения. Цена на нефть упадет примерно до 35 долларов США за баррель к 2030 году, а затем медленно снизится до 25 долларов США за баррель к 2050 году. По мере трансформации энергетического сектора во всем мире продается все больше видов топлива, таких как топливо на основе водорода и биотопливо. Предполагается, что цены на эти товары определяются стоимостью внутреннего производства или импорта в каждом регионе.

Во всех регионах вводится широкий спектр энергетических политик и сопутствующих мер для сокращения выбросов. Это включает в себя: требования к возобновляемым видам топлива; стандарты эффективности; рыночные реформы; исследования, разработки и внедрение; и отмену неэффективных субсидий на ископаемое топливо. В некоторых случаях также необходимы правила прямого сокращения выбросов. В транспортном секторе, например, реализуются положения, направленные на сокращение продаж автомобилей с двигателями внутреннего сгорания и увеличение использования жидкого биотоплива и синтетического топлива в авиации и судоходстве, а также меры по обеспечению того, чтобы низкие цены на нефть не приводили к увеличению в потреблении.

Цены на выбросы CO_2 вводятся во всех регионах в этом сценарии. Предполагается, что они будут введены в ближайшем будущем во всех странах с развитой экономикой для секторов производства электроэнергии, промышленности и энергетики и вырастут в среднем до 130 долларов США за тонну (тCO_2) к 2030 году и до 250 долларов США за тонну CO_2 к 2050 году. В ряде других крупных экономик, включая Китай, Бразилию, Россию и Южную Африку, цены на CO_2 в этих секторах, предположительно вырастут примерно до 200 долларов США за тонну CO_2 в 2050 году. Цены на CO_2 вводятся во всех других странах с формирующимся рынком и развивающихся странах, хотя предполагается, что они проводят более прямую политику по адаптации и преобразованию своих энергетических систем, поэтому уровень цен на выбросы CO_2 ниже, чем в других регионах.

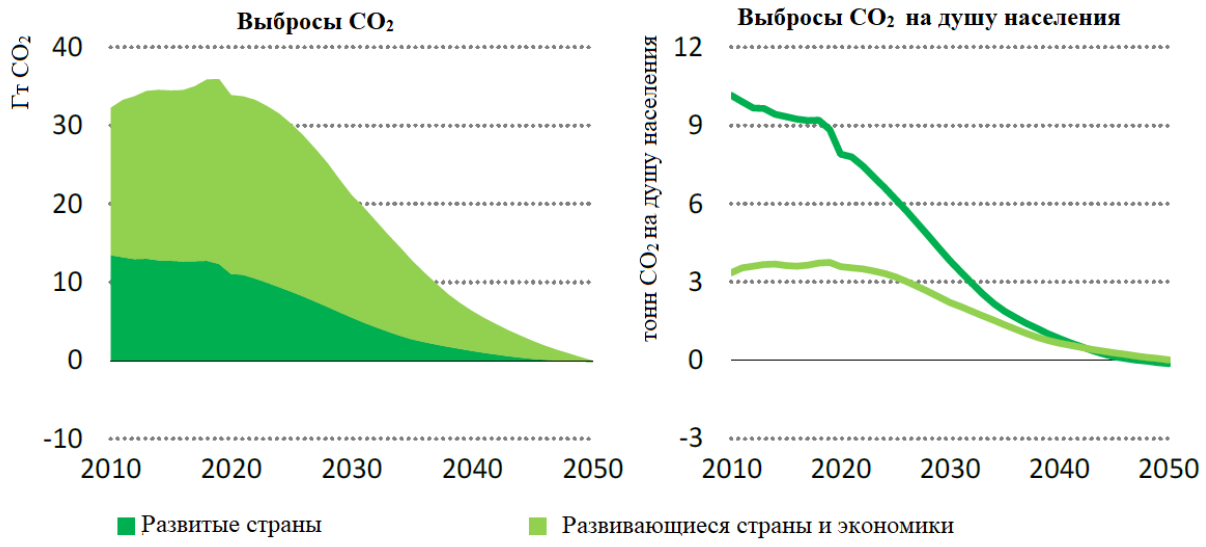


Рисунок 6.2.1. Глобальные чистые выбросы CO_2 в сценарии МЭА [42].

Согласно сценарию МЭА выбросы CO_2 упадут до нуля в странах с развитой экономикой примерно к 2045 году и к 2050 году придут к негативным выбросам CO_2 в размере 0,2 Гт (см. Рисунок 6.2.1). Выбросы в некоторых отдельных странах с формирующимся рынком и развивающихся странах также упадут до чистого нуля задолго до 2050 года, но в совокупности в 2050 году в этой группе стран останется около 0,2 Гт CO_2, которые будут удаляться развитыми странами. Глобально в 2050 году будет достигнута углеродная нейтральность.

Выбросы CO_2 на душу населения в странах с развитой экономикой снизятся примерно с 8 тCO_2 на человека в 2020 году до примерно 3,5 тCO_2 в 2030 году, что близко к среднему уровню в странах с формирующимся рынком и развивающихся странах в 2020 году. Выбросы на душу населения также снижаются в странах с формирующимся рынком и развивающихся странах, но с гораздо более низким изначальным значением. К началу 2040-х годов выбросы на душу населения в обоих категориях будут примерно равны и составят около 0,5 тCO_2 на человека.

Самое быстрое и значительное сокращение глобальных выбросов в сценарии МЭА первоначально наблюдалось в электроэнергетическом секторе (см. Рисунок 6.2.2). Производство электроэнергии было крупнейшим источником выбросов в 2020 году, но выбросы снизятся почти на 60% в период до 2030 года, в основном из-за значительного сокращения выбросов угольных электростанций, и электроэнергетический сектор станет чистым отрицательным источником выбросов примерно к 2040 году. Выбросы в секторе зданий сократятся на 40% в период с 2020 по 2030 год благодаря отказу от использования котлов, работающих на ископаемом топливе, и модернизации существующего фонда зданий для улучшения их энергетических характеристик. Выбросы от промышленности и транспорта за этот период сократятся примерно на 20%, а темпы сокращения выбросов ускорятся в 2030-е годы по мере расширения внедрения топлива с низким уровнем выбросов и других технологий. Тем не менее, существует ряд подсекторов в транспорте и промышленности, в которых трудно полностью устранить выбросы – например, авиация и тяжелая промышленность – и в обоих секторах к 2050 году

будет небольшой уровень остаточных выбросов. Эти остаточные выбросы компенсируются применением технологий улавливания, использования и хранения углерода (CCUS).

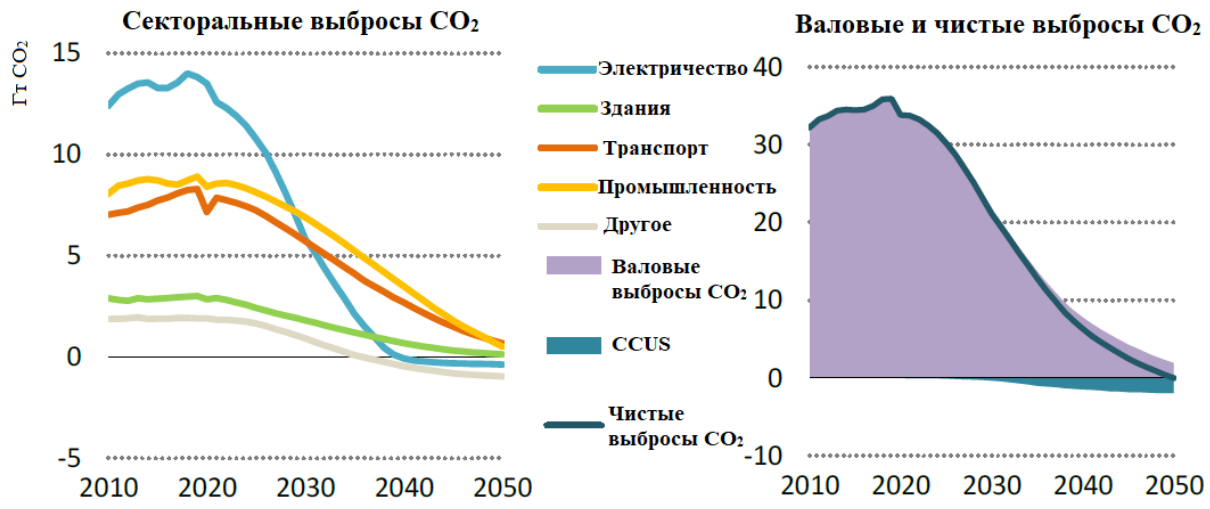


Рисунок 6.2.2. Глобальные чистые выбросы CO_2 по секторам и валовые и чистые выбросы CO_2 в сценарии Net Zero от МЭА [42].

Рисунок 6.2.3 показывает пропорции экономии за счет внедрения технологий или изменения в поведении общества. Как видно по рисунку, значительная часть сокращений приходится на уже имеющиеся и развивающиеся технологии, и только менее 5% - на поведенческие изменения. Это означает, что государство должно стимулировать внедрение новых уже доступных на рынке технологий и постепенно прекратить субсидии на использование и добычу полезных ископаемых, которые могут быть заменены чистыми технологиями. В главе далее описаны другие основные рекомендации МЭА для достижения углеродной нейтральности.

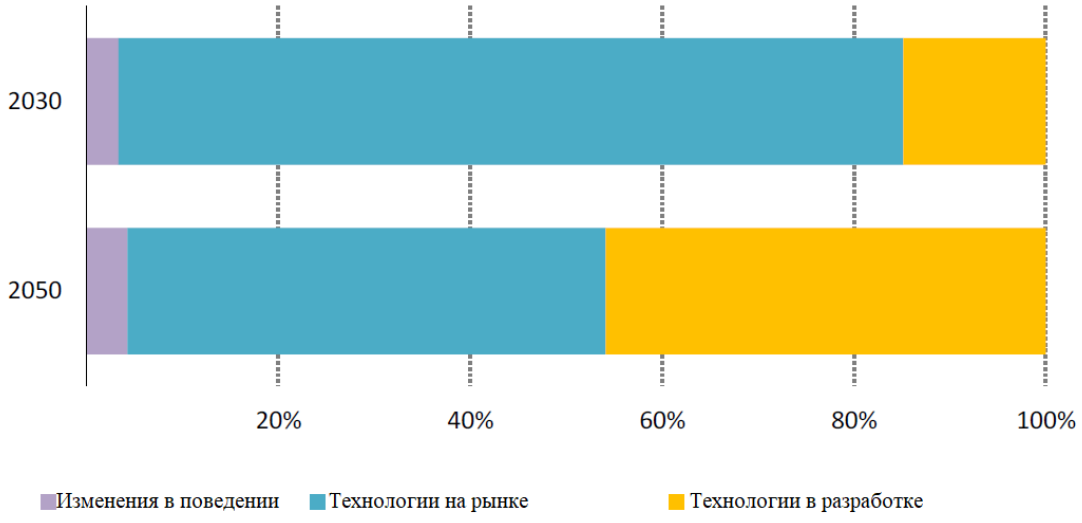


Рисунок 6.2.3. Годовые сокращения выбросов CO_2 в сценарии Net Zero МЭА по сравнению с 2020 годом [42].

2. Net Zero 2050 (NGFS)

Сценарии NGFS предоставляют общую основу для анализа климатических рисков для экономики и финансовой системы. Существует шесть сценариев NGFS изменения климата, которые можно разделить на последовательные, непоследовательные и сценарии жаркого мира. Они охватывают все основные системы энергетики и землепользования, обеспечивают региональную детализацию, предназначены для использования при анализе рисков и возможностей и становятся стандартными сценариями, используемыми финансовыми учреждениями, регулирующими и надзорными органами.

Net Zero 2050 от NGFS относится к последовательным сценариям и ограничивает глобальное потепление до 1.5°C посредством строгой климатической политики и инноваций, достигая глобального чистого нулевого уровня выбросов CO_2 примерно к 2050 году. В этом сценарии некоторые юрисдикции, такие как США, Европейский Союз (ЕС), Великобритания, Канада, Австралия и Япония, достигают чистого нуля для всех выбросов парниковых газов. Цели по сокращению выбросов для данного сценария: снижение вдвое выбросов CO_2 к 2030 году и достижение глобальной углеродной нейтральности в 2050 году (см. Рисунок 6.2.4). При этом в некоторых странах и секторах могут оставаться незначительные выбросы CO_2, которые уравновешивается удалением CO_2 в других секторах и странах.

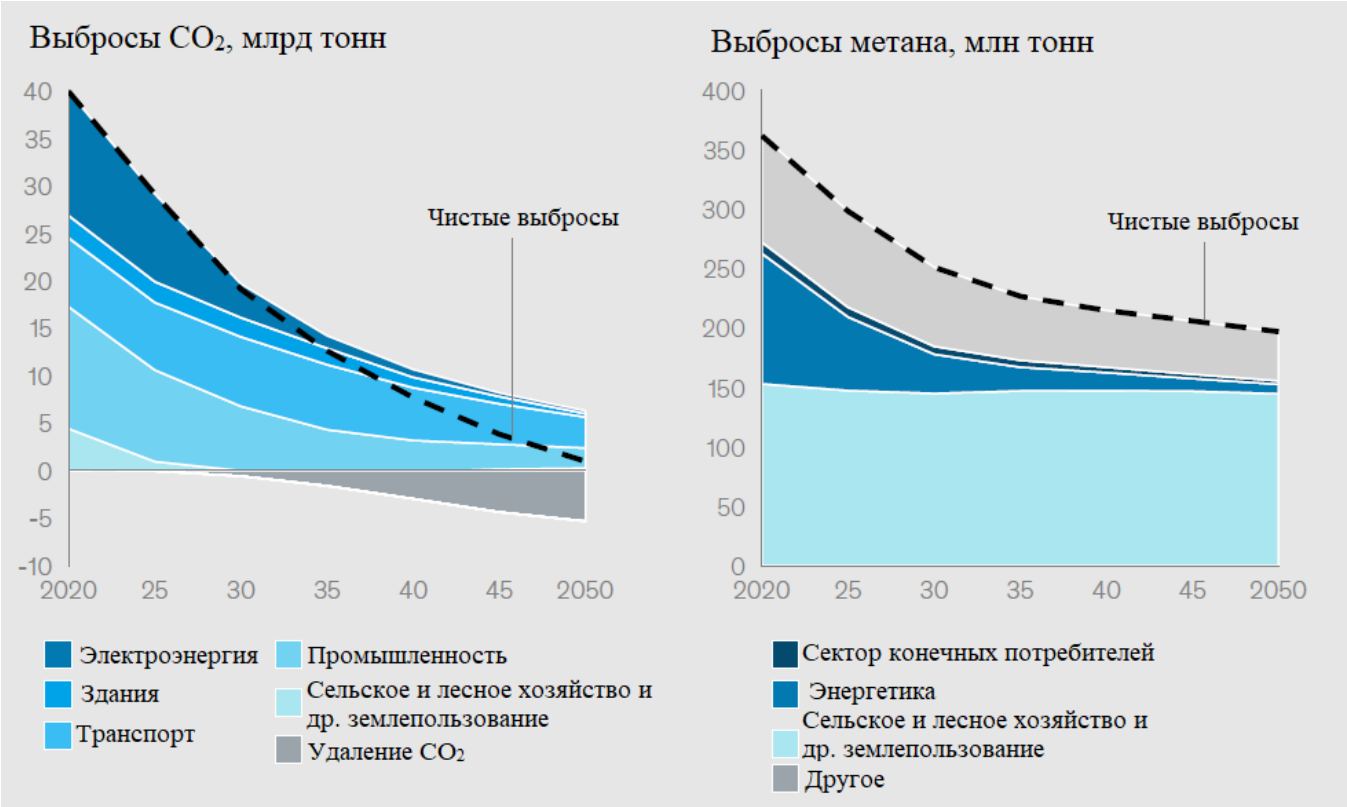


Рисунок 6.2.4. Выбросы CO_2 и метана в сценарии NGFS [41]

3. Net Zero и Accelerated (BP)

Accelerated и Net Zero сценарии от BP исследуют, как могут измениться различные элементы энергетической системы, чтобы добиться существенного сокращения выбросов углекислого газа. В этом смысле их можно рассматривать как сценарии «что, если»: какие элементы энергетической системы, возможно, придется изменить, если мир коллективно примет меры по сокращению выбросов в эквиваленте CO_2 (CO_2-экв) примерно на 75% к 2050 году (по сравнению с уровня 2019 года) в Accelerated и 95 % в Net Zero. Оба сценария основаны на предположении, что произойдет значительное ужесточение климатической политики. Net Zero также моделирует сдвиг в поведении и предпочтениях общества, что еще больше способствует повышению энергоэффективности и внедрению низкоуглеродной энергетики. Примечательно, что BP в своем последнем Energy Outlook уже взяли в расчет конфликт в Украине и сделали адаптацию сценариев к его возможным экономическим последствиям.

В сценариях BP углеродные выбросы не достигают нуля (см. Рисунок 6.2.5), так как данные сценарии охватывают только сферу энергопотребления и не учитывают технологии удаления CO_2 из-за их стоимости. Однако, они в целом соответствуют «парижским» сценариям МГЭИК. Конечный спрос на энергию достигает пика в обоих сценариях по мере ускорения роста энергоэффективности. В будущем мировой энергетики доминируют четыре тенденции: снижение роли углеводородов, быстрое развитие возобновляемых источников энергии, рост электрификации и растущее использование низкоуглеродного водорода [44].

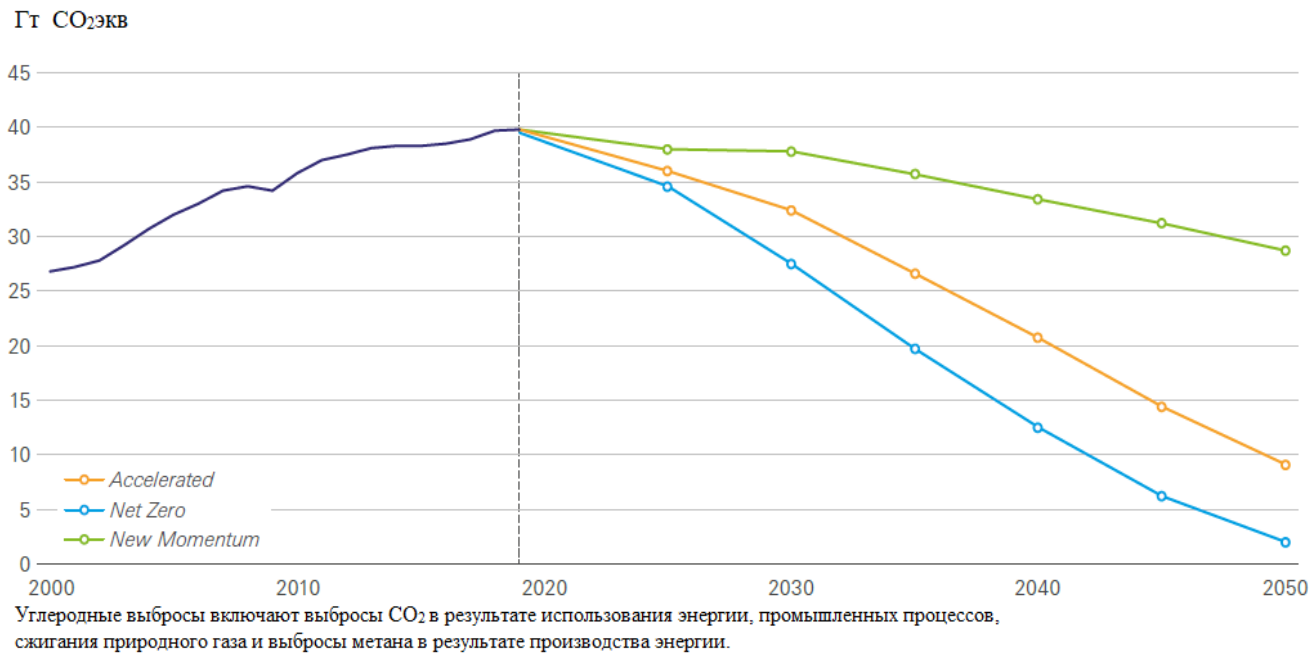


Рисунок 6.2.5. Углеродные выбросы в сценариях BP [44]

4. Sky 1.5 (Shell)

В The Energy Transformation Scenarios Shell описывает три сценария развития с разными приоритетами: Waves – сценарий, где страны нацелены на рост ВВП и не преследуют цели устойчивого развития, Islands, в котором приоритетом является безопасность государства и устойчивость понимается как автономия и самодостаточность, Sky 1.5 – сценарий устойчивого развития, где первый приоритет для государств – здоровье население, а затем и здоровье окружающей среды [45]. В данном отчете интересен только сценарий Sky 1.5, так как только он согласован с целями декарбонизации МГЭИК. В этом сценарии после восстановления от последствий COVID-19 сообщества по всему миру постепенно осознают ценность согласованности действий – например, успехи совместных усилий международных медицинских и научных сообществ по разработке вакцин признаются и воспроизводятся более широко.

В данном сценарии по соображениям внутренней промышленной и технологической конкурентоспособности, США, Китай и другие технологически ориентированные экономики в Азии и Европе ставят разработку и внедрение более чистых технологий в качестве экономической цели. Начинает нарастать гонка за доминирование в области чистых технологий, которая также стимулируется обществом. В 2030-е годы для большего числа людей станет очевидным, что инвестиции в «зеленые» технологии могут предложить больше возможностей, чем затрат, если эти затраты будут правильно распределены. За счет развития технологий и увеличения энергоэффективности будет происходить постепенное и стабильное снижение энергоемкости ВВП. При этом общее энергопотребление будет продолжать расти в основном за счет улучшения качества жизни.

Инициативы по развитию технологий дают импульс для ускорения структурной перестройки энергетической системы. Страны ОЭСР начинают сотрудничать, чтобы лучше решать проблему изменения климата. А группы стран с одинаково амбициозной климатической политикой быстро объединяются, чтобы использовать механизмы пограничной углеродной корректировки (Carbon Border Adjustment Mechanism - CBAM) для защиты конкурентоспособности и предотвращения утечки углерода. Эти углеродные клубы привлекают другие страны присоединиться к ним, пока CBAM удивительно быстро не перерастет в широко распространенные скоординированные налоги на выбросы углерода.

К 2040 году цены на выбросы углерода вытеснят уголь и начнут сокращать использование газа в качестве топлива для производства электроэнергии и промышленных печей, что приведет к выводу из эксплуатации старых промышленных предприятий. Глобальная энергетическая система характеризуется гораздо более широкой электрификацией экономики. Кроме того, производство, использование и инфраструктура водорода налажены, наблюдается быстрый рост использования современного биотоплива, а также значительный прогресс в энергетической и углеродной эффективности экономической деятельности. Все эти преобразования подкреплены эффективной интегрированной инфраструктурой, обширным лесовосстановлением, обширным установлением цен на выбросы углерода и сокращением выбросов за счет улавливания, использования и хранения углерода.

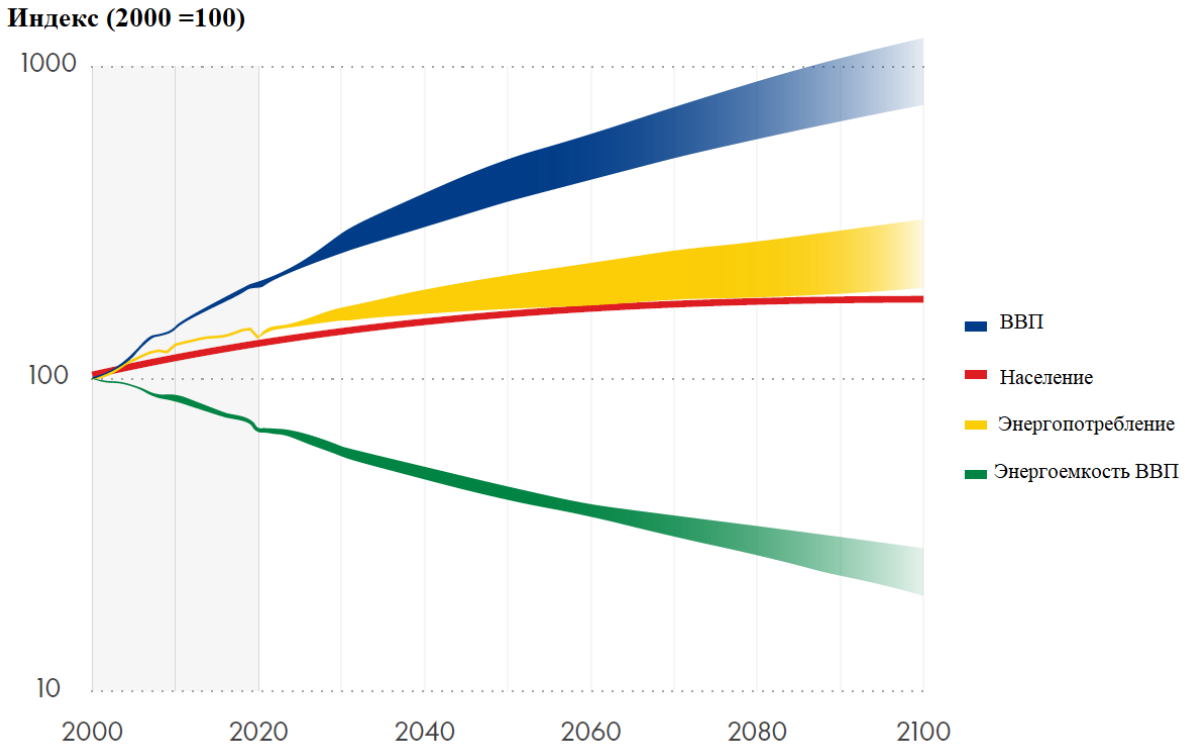


Рисунок 6.2.6. Вводные данные сценария Shell [45]

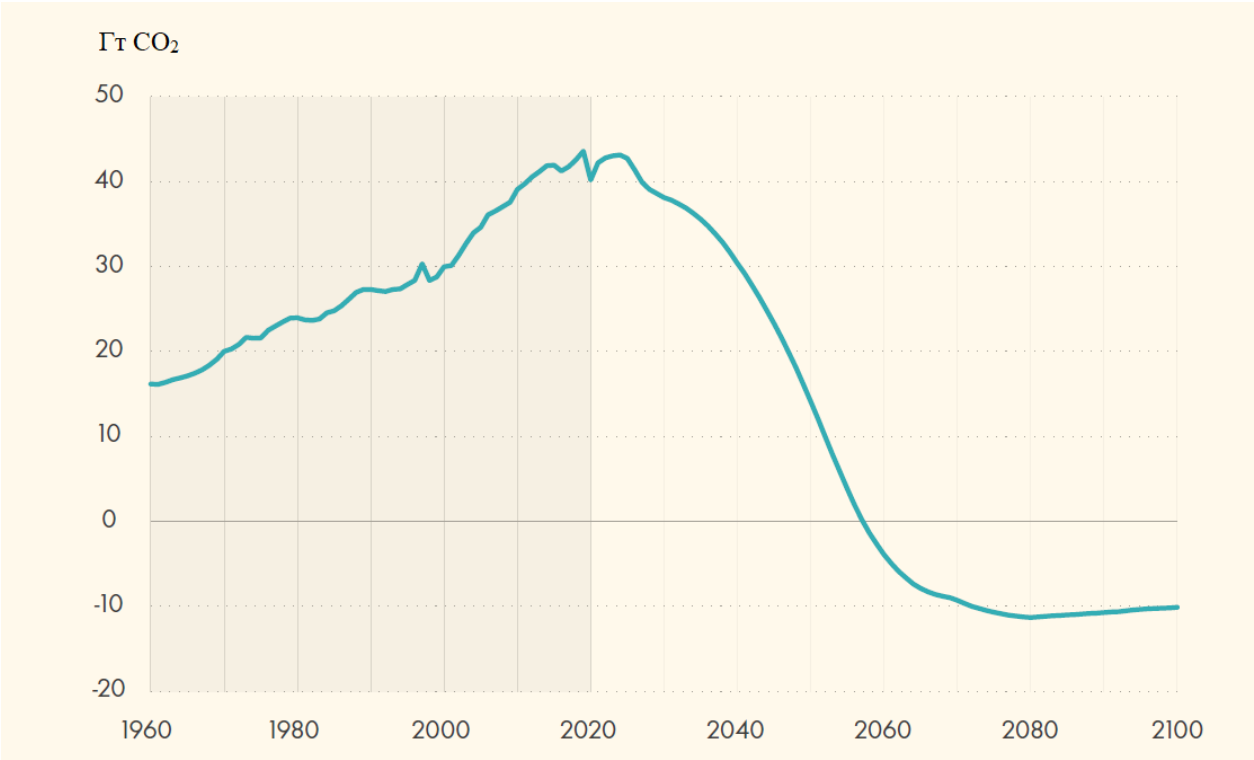


Рисунок 6.2.7. Выбросы CO_2 в сценарии Sky 1.5 от Shell [45]

Внедрение «зеленых» технологий, умная политика и скромное, но растущее сокращение выбросов выведут мир на путь к энергетической системе с нулевыми выбросами парниковых газов сразу после середины века. Рисунок 6.2.7 показывает глобальное сокращение выбросов углекислого газа в данном сценарии. Многие развитые страны достигнут углеродной нейтральности до 2050 года, в то время как глобально углеродная нейтральность будет достигнута после 2050 года. В глобальном масштабе мир движется к достижению расширенной цели Парижского соглашения – временно превысить, а затем ограничить среднее глобальное потепление до 1.5°C выше доиндустриального уровня до конца этого столетия.

6.3. Сектор электроэнергетики и транспорта

«Чистый ноль» в электроэнергии предполагает как значительное увеличение потребления (в результате роста экономической активности, быстрой электрификации конечных потребителей и расширения производства водорода путем электролиза), так и радикальное преобразование способов производства электроэнергии. Преобразование электроэнергетического сектора имеет решающее значение для достижения нулевых выбросов, так как производство электроэнергии на сегодня является крупнейшим источником выбросов CO_2. На его долю приходится 36% от общего объема выбросов, связанных с энергетикой, и в 2020 году он составил 12,3 Гт, из которых 9,1 Гт пришлось на угольную генерацию, 2,7 Гт на газовые электростанции и 0,6 Гт на мазутные электростанции. Мировой спрос на электроэнергию в 2020 году составил 23 230 ТВтч со средними темпами роста 2,3% в год по сравнению с предыдущим десятилетием. В связи с электрификацией экономики ожидается еще более интенсивный рост спроса на электроэнергию, даже при увеличивающейся энергоэффективности технологий и потребителей. Данные изменения характерны для всех сценариев декарбонизации, рассмотренных в отчете.

Основными направлениями снижения выбросов в секторе транспорта является электрификация и переход на водород и биотопливо. Так как производство водорода также сопряжено с ростом потребления электроэнергии, было решено объединить данные два сектора для комплексного анализа. На долю транспорта приходилось примерно 8,1 Гт выбросов CO_2 в год, или 19 % от общего количества CO_2 в 2019 году. В 2020 году доля электрического транспорта была менее 2%. При этом продажи электрических автомобилей растут с каждым годом: если в 2020 году продажи электромобилей составили 4% от всех продаж, то в 2022 году это значение выросло до 14% (см. Рисунок 6.3.1). Такой значительный рост связан с падением цен на производство аккумуляторных батарей, что позволило электромобилям быть более конкурентоспособными на рынке. В целом, производство электроэнергии и легковой автотранспорт – два сектора, для декарбонизации которых уже существуют все необходимые технологии.

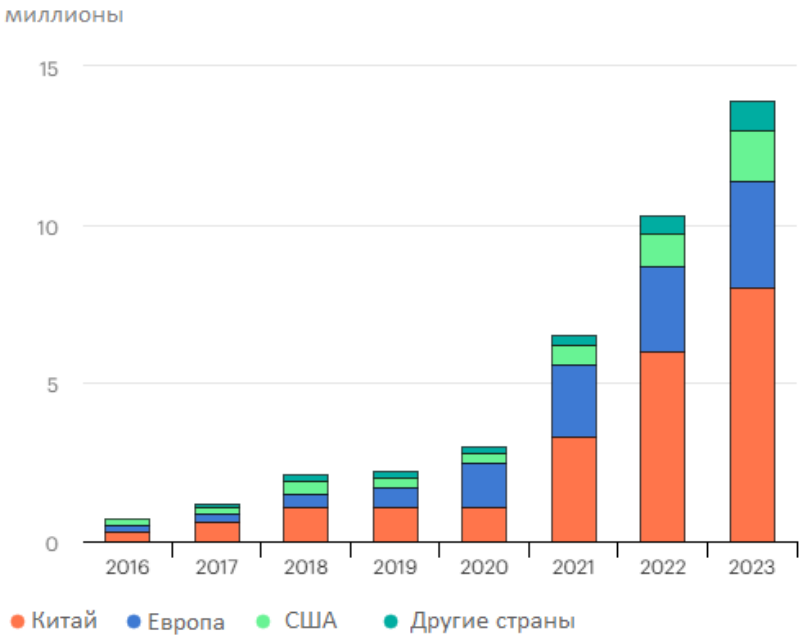


Рисунок 6.3.1. Продажи электрических автомобилей, 2016 -2023 [47].

6.3.1. Сектор электроэнергетики и предложения по совершенствованию проводимых государством политик

В 2050 году в сценарии МЭА спрос на электроэнергию вырастет до 60 000 ТВтч, средний рост составит 3,2% в год (см. Рисунок 6.3.1.1). На страны с формирующимся рынком и развивающиеся страны придется 75% прогнозируемого глобального увеличения спроса на электроэнергию до 2050 года. Их спрос увеличится вдвое к 2030 году и утроится к 2050 году, что обусловлено ростом населения, ростом доходов и уровня жизни, а также новыми источниками спроса, связанными с декарбонизацией. Данные тренды коррелируют со сценарием углеродной нейтральности Республики Казахстан, где в 2050 году ожидается увеличение в 2.4 раза, а в 2060 году утроение спроса на электроэнергию относительно 2018 года [48]. В странах с развитой экономикой спрос на электроэнергию возвращается к росту после десятилетнего затишья, почти удвоившись в период с 2020 по 2050 год, главным образом благодаря электрификации конечного потребления и производству водорода. В сценарии МЭА выбросы CO_2 при производстве электроэнергии в совокупности упадут до нуля в странах с развитой экономикой в 2030-х годах. В странах с формирующимся рынком и развивающихся странах они упадут до нуля примерно к 2040 году.

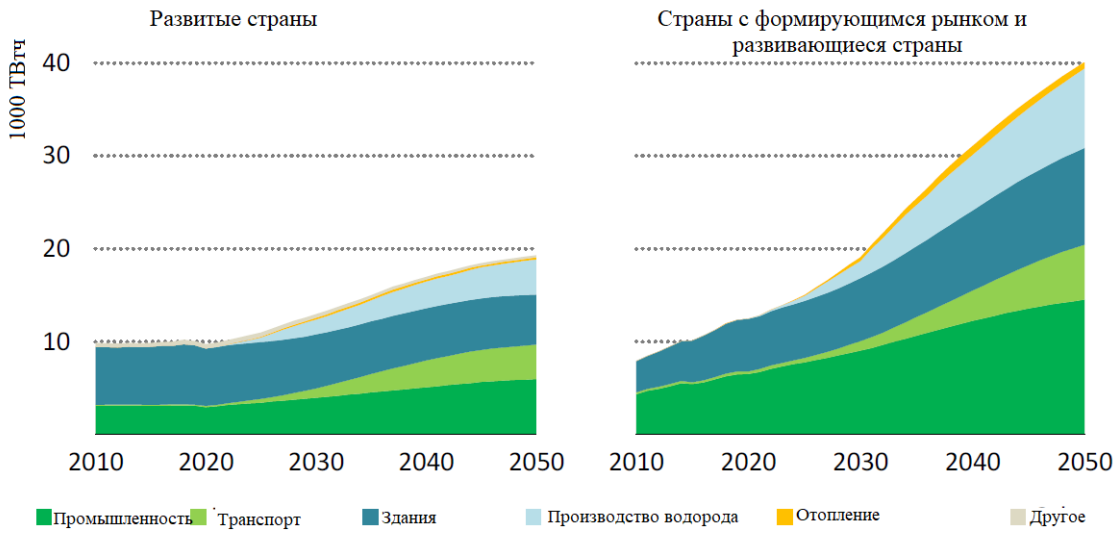


Рисунок 6.3.1.1. Спрос на электроэнергию по секторам и региональным группам [42]

Возобновляемые источники энергии вносят наибольший вклад в декарбонизацию электроэнергии в сценарии: глобальное производство энергии из возобновляемых источников почти утроится к 2030 году и вырастет в восемь раз к 2050 году (см. Рисунок 6.3.1.2). Это увеличит долю возобновляемых источников энергии в общем объеме производства с 29% в 2020 году до более 60% в 2030 году и почти 90% в 2050 году. Солнечная и ветровая энергия станут ведущими источниками электроэнергии в мире до 2030 года: каждая из них будет генерировать более 23 000 ТВт-ч к 2050 году, что эквивалентно примерно 90% всей электроэнергии, произведенной в мире в 2020 году.

Сопряжение систем хранения аккумуляторов с солнечными и ветровыми электростанциями для повышения гибкости энергосистемы и поддержания электробезопасности станет обычным явлением в конце 2020-х годов, что будет дополняться управлением спросом для обеспечения краткосрочной гибкости, а также гидроэнергетикой или водородной энергией для обеспечения гибкости в течение нескольких дней или даже сезонов.

Для достижения целей по снижению выбросов, необходимо будет полностью отказаться от некомпенсируемого угля в качестве источника электроэнергии как можно скорее. Вывод угля планируется поэтапно: до 2030 года необходимо вывести из эксплуатации все некритичные установки и к 2040 году все угольные станции без системы CCUS.

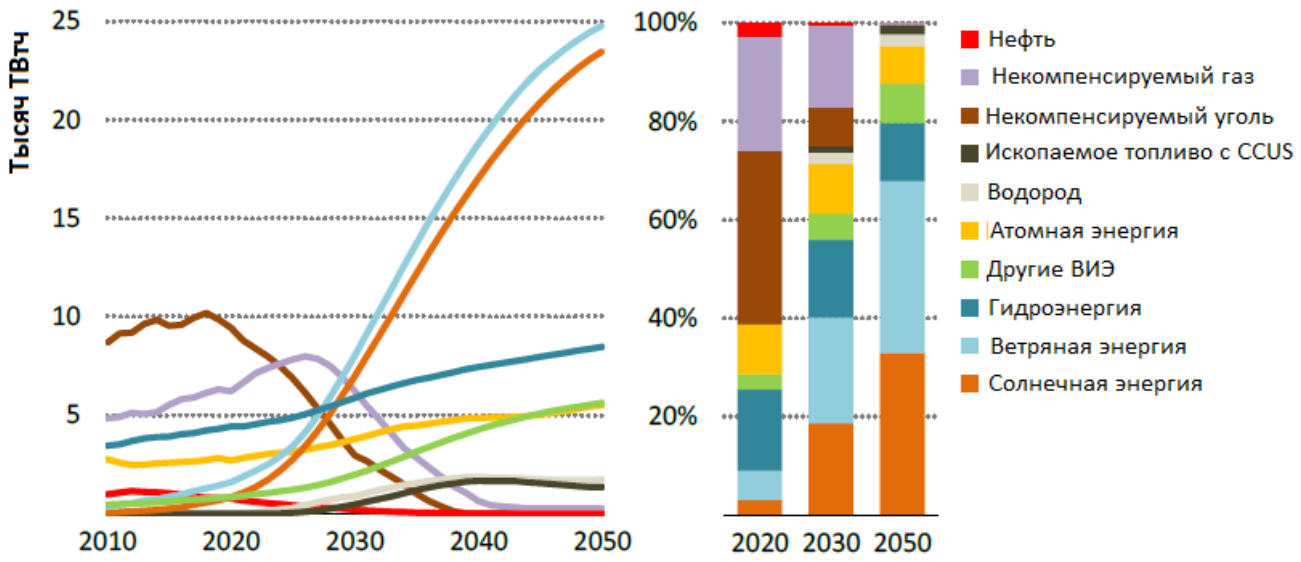


Рисунок 6.3.1.2. Мировое производство электроэнергии по источникам в сценарии МЭА [42].

В сценарии МЭА предусмотрен рост атомной энергетики до 6000 ТВтч, в основном, за счет крупных АЭС в развивающихся странах и продления срока службы АЭС в развитых странах (см. Рисунок 6.3.1.2**Ошибка! Источник ссылки не найден.**). Если же мировое сообщество решит не продлевать срок службы существующих АЭС и не устанавливать новые, то это приведет к необходимости еще более быстрого роста солнечной и ветровой энергии, что делает достижение чистого нуля более дорогостоящим и менее вероятным. Поэтому правительствам необходимо принять ряд решений касательно АЭС: продлевать ли срок службы имеющихся станций, строить ли новые и какую государственную поддержку оказывать новым технологиям в атомной энергетике.

Похожие тенденции описывают и другие сценарии декарбонизации. И в сценариях декарбонизации BP, и NFGS, солнечная и ветровая энергия становятся ведущими источниками электричества, в совокупности производя более 60% электроэнергии. Атомная энергетика растет в сценариях BP, и также допускается угольная генерация, возможно, с применением технологии CCUS (Рисунок 6.3.1.3). В сценарии NFGS предположено, что доля атомной энергетики останется примерно на уровне 2020 года, а доля угля будет сокращена почти до нуля к 2030 году, что позволит ускорить снижение выбросов CO_2 и достичь чистого нуля в электроэнергетике до 2050 года, как и в сценарии МЭА (Рисунок 6.3.1.4).

Путь к нулевым выбросам может быть облегчен заблаговременными действиями правительства по продвижению технологий, обеспечивающих гибкость энергосистемы, через демонстрационные этапы и выводу их на рынок. Расширение набора технологий хранения энергии в дополнение к батареям и удовлетворение возникающих потребностей в более длительном сезонном хранении будет иметь особую ценность. Технические решения для поддержки стабильности электросетей с высокой долей солнечной и ветровой энергии также выиграют от поддержки исследований и разработок (НИОКР).

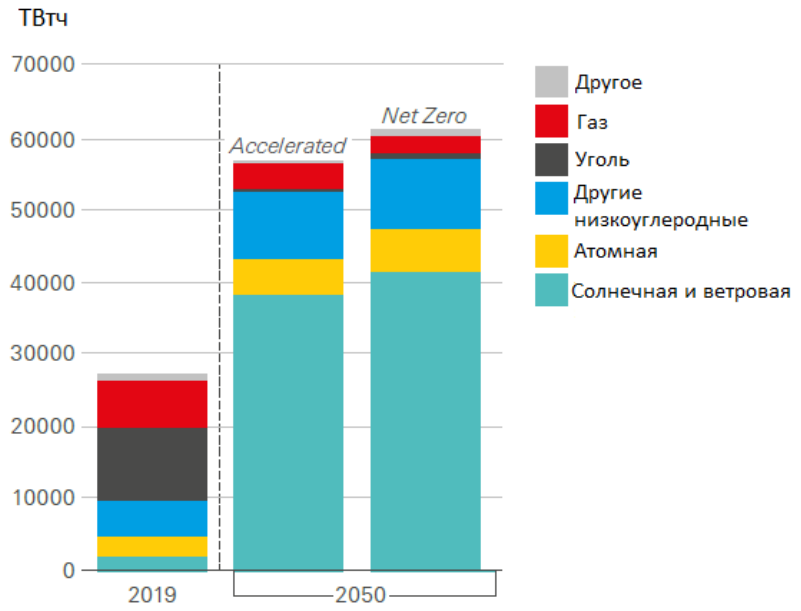


Рисунок 6.3.1.3. Производство электроэнергии по видам топлива [44]

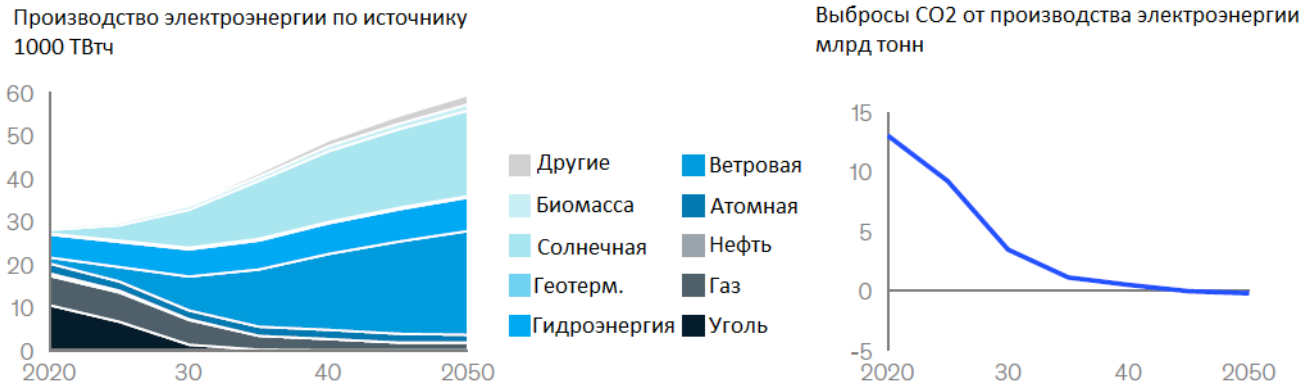


Рисунок 6.3.1.4. Производство электроэнергии по видам топлива и выбросы CO_2 [41].

На Рисунке 6.3.1.5 показан рост спроса на электроэнергию по применению согласно сценарию МЭА. Значительный рост спроса ожидается в связи с производством коммерческого водорода, а также с электрификацией промышленности. Хоть более 75% легковых автомобилей будет электрифицировано, годовой спрос на электроэнергию для этого потребителя в 2050 году прогнозируется на уровне 4 000 ТВтч, что в 3 раза меньше, чем требуется на производство водорода в том же году.

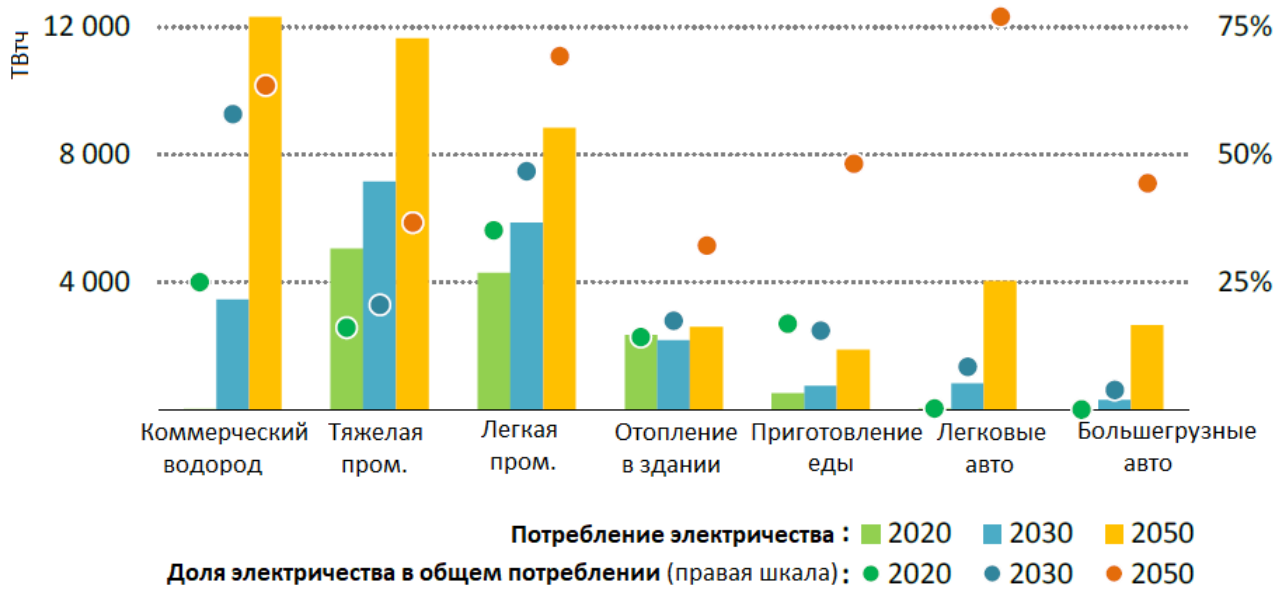


Рисунок 6.3.1.5. Глобальный спрос на электроэнергию и доля электроэнергии в энергопотреблении в отдельных применениях в сценарии Net Zero МЭА [42].

Согласно анализу сценариев, для энергетического перехода в электроэнергетике государства должны сосредоточиться на следующих мерах:

- ускорить внедрение существующих технологий ВИЭ и интенсивно наращивать их потенциал;
- развивать пилотные и демонстрационные проекты, инвестировать в НИОКР по системам хранения и водородной энергетике для возможности полного отказа от ископаемого топлива;
- принять решения по стратегии относительно атомной энергетики, так как от этого будет зависеть объем дальнейших инвестиций в энергетический переход;
- как можно скорее вывести из эксплуатации или модернизировать угольную генерацию, так как чем раньше выбросы будут сокращены, тем выше вероятность достичь целей Парижского соглашения. В идеале полный отказ от угля без систем CCUS должен произойти до 2040 года.

6.3.2. Сектор транспорта и предложения по совершенствованию проводимых государством политик

В секторе транспорта выбросы CO_2 составляли 19% всех выбросов на 2019 год, 75% которых приходилось на автомобильный транспорт (Рисунок 6.1.1.**Ошибка! Источник ссылки не найден.**). При этом среди всего автомобильного транспорта значительная часть выбросов производится легковым (Рисунок 6.3.2.1). Переход на чистые технологии происходит неравномерно для различных видов транспорта из-за различий в зрелости технологий (Рисунок 6.3.7). Технологии, способные сократить выбросы от легкового автотранспорта, уже существуют и широко внедряются, и при достаточной стимуляции могут позволить сократить выбросы CO_2 этого транспорта на 40% уже к 2030 году.

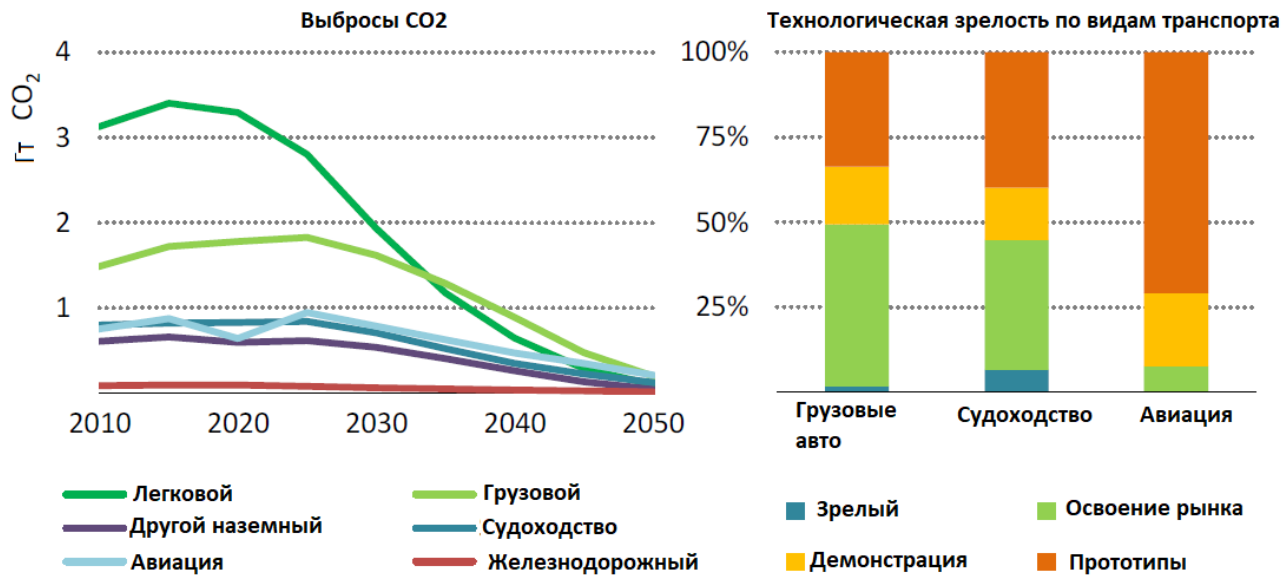


Рисунок 6.3.2.1. Глобальные выбросы CO_2 по видам транспорта и доля сокращения выбросов к 2050 году в зависимости от зрелости технологий в сценарии МЭА [42]

McKinsey в своем отчете показывает возможный сценарий сокращения выбросов CO_2 в секторе автомобильного транспорта. По прогнозам McKinsey, продажи легковых автомобилей в 2050 году будут почти на 100% состоять из электромобилей на аккумуляторных батареях и топливных элементах, что поспособствует сокращению выбросов в 2 раза в 2050 году (Рисунок 6.3.2.2). Так как другие виды транспорта не охвачены в сценарии, выбросы остаются больше в 2050 году, чем в сценарии МЭА.

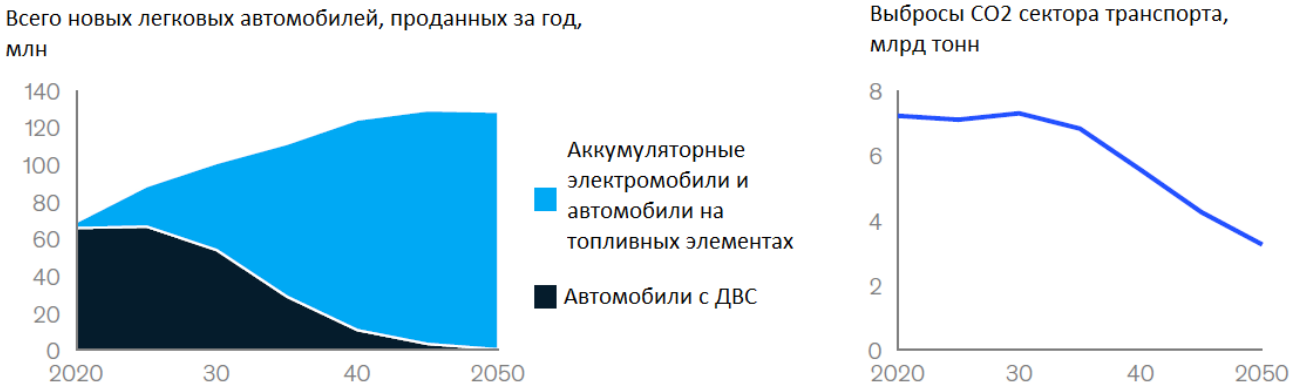


Рисунок 6.3.2.2. Траектория уровня активности и выбросов в секторе транспорта, 2020–2050 годы [41].

В сценарии Net Zero МЭА предположено, что повышение энергоэффективности и оптимизация логистики и перевозок приведут к постепенному снижению энергоемкости сектора транспорта, даже при растущем парке и растущих грузовых и пассажирских перевозках (Рисунок 6.3.2.3). К 2050

году доля электроэнергии и водорода как источника энергии для транспорта вырастет до 75%, а доля нефти упадет до 10%.

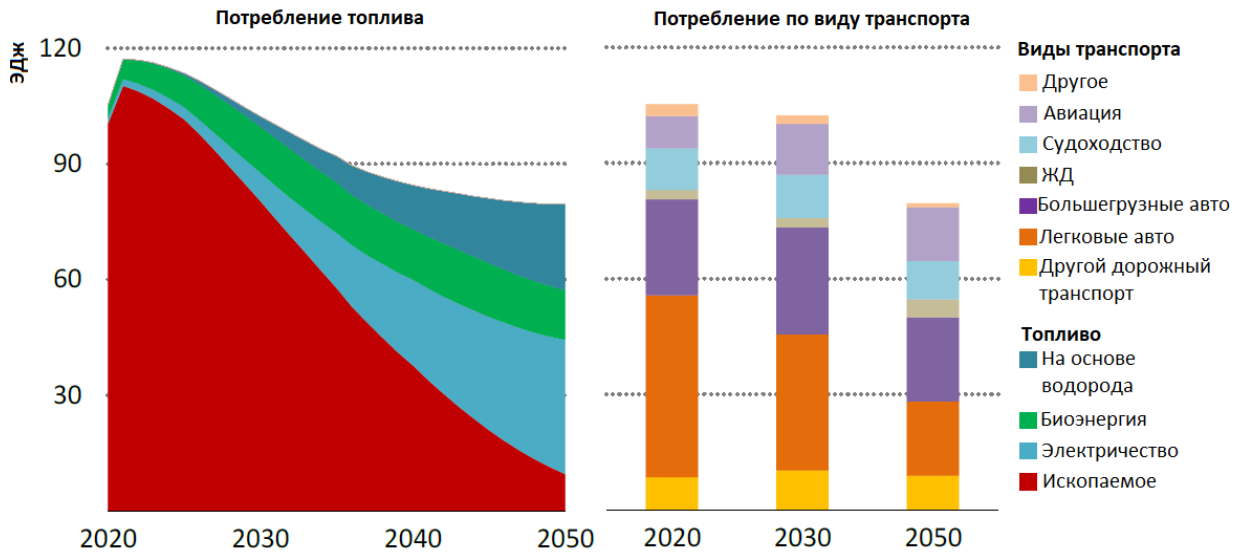


Рисунок 6.3.2.3. Глобальное конечное потребление по типам топлива и видам транспорта в сценарии МЭА [42].

Сценарий Sky 1.5 от Shell прогнозирует значительный рост потребления энергии сектором транспорта даже при повышающейся энергоэффективности. Из-за растущей потребности в энергии, в данном сценарии снижение потребления нефти происходит позднее, чем в сценарии МЭА (Рисунок 6.3.2.4). В 2050 году доля нефти более 70% и падает до 10% только к 2100 году. При этом пропорции разных видов топлива в сценарии МЭА в 2050 году и в сценарии Shell в 2100 году схожи, даже при разнице в энергопотреблении в более чем два раза.

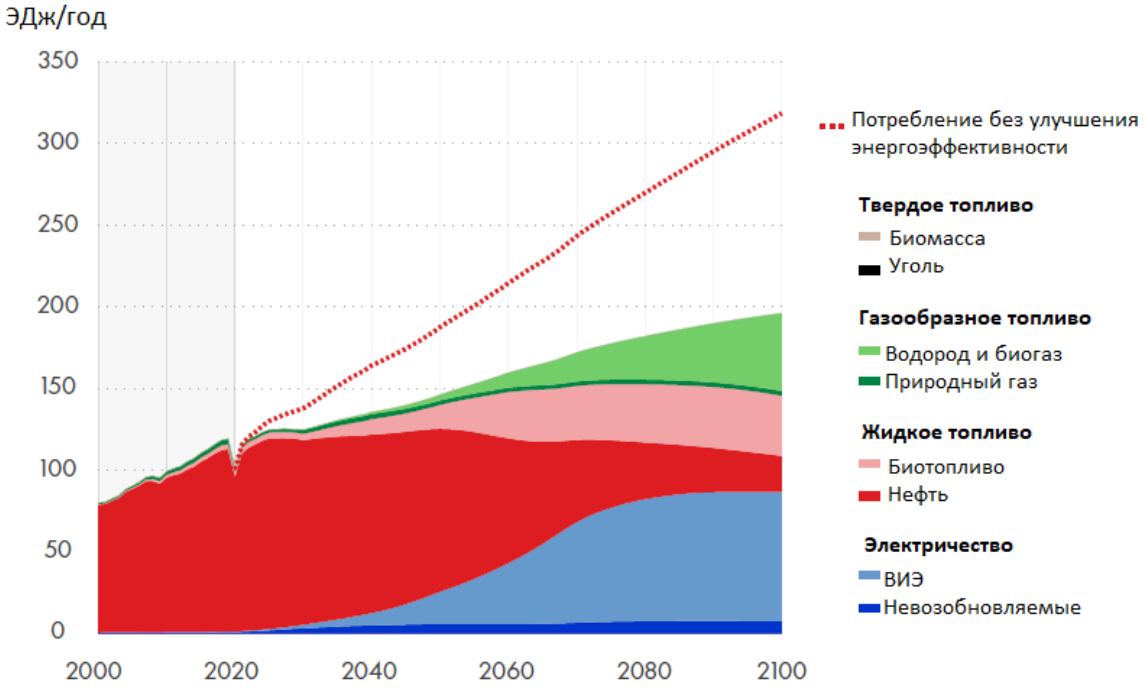


Рисунок 6.3.2.4. Использование энергии в секторе транспорта – сценарий Sky 1.5 [45].

Отчеты МЭА и BP предоставляют детальную разбивку по источникам энергии для различных видов транспорта. По этим сценариям ожидается значительная электрификация всего наземного транспорта, включая железнодорожный (Рисунок 6.3.2.5 и Рисунок 6.3.2.6). Доля водорода как источника топлива будет значительной для грузовых автомобильных перевозок и судоходства. Рост этих альтернативных видов топлива в судоходстве в Accelerated и Net Zero от BP поддерживается значительным развитием бункеровочных объектов, включая хранилища топлива и заправочные баржи, а также ростом производственных мощностей, необходимых для поставки необходимого топлива.

Авиаперевозки в основном будут выполняться за счет биотоплива и синтетического топлива. Оба Net Zero сценария сходятся на том, что в 2050 году доля ископаемого топлива в авиации должна снизиться до 20% для достижения углеродной нейтральности (Рисунок 6.3.2.5 и Рисунок 6.3.2.7).

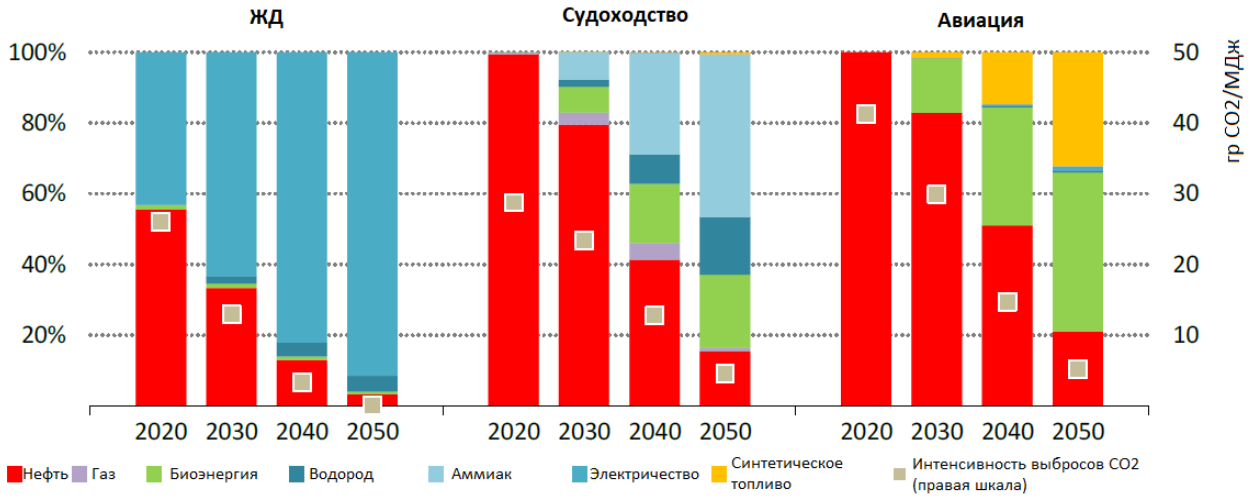


Рисунок 6.3.2.5. Глобальное потребление энергии по видам топлива и интенсивность выбросов CO_2 в неавтомобильных секторах в сценарии МЭА [42].

Рисунок 6.3.2.6. Глобальное потребление энергии по видам топлива по типу транспорта в сценариях Accelerated и Net Zero от BP [44].

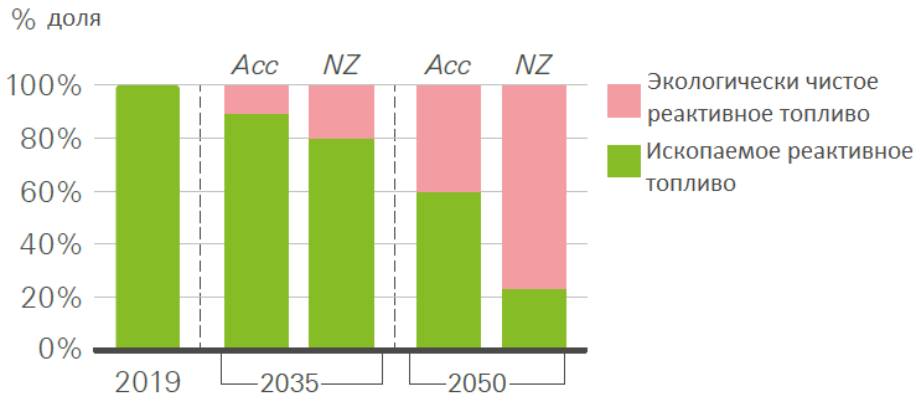


Рисунок 6.3.2.7. Глобальное потребление энергии по видам топлива в авиации в сценариях Accelerated и Net Zero от BP [44].

В сфере транспорта основными векторами декарбонизации будут:

- развитие существующих технологий и инфраструктуры электромобилей;
- определение четких приоритетов в области исследований и разработок для всех технологий, которые могут способствовать декарбонизации транспорта, в соответствии со своими стратегическими приоритетами и потребностями;
- отмена субсидий на ископаемое топливо, что приведет к еще большей конкурентоспособности электрических автомобилей;
- в железнодорожном транспорте разработка планов по электрификации путей или перехода на водородное топливо;

- планирование окончания продаж новых автомобилей с двигателями внутреннего сгорания и оповещение заинтересованных сторон, чтобы промышленность и общество успели предпринять необходимые меры для перехода на чистый транспорт.

На международном уровне необходимо сотрудничество для ускорения развития экологически чистого топлива для судоходства и авиации и для разработки международных стандартов для них. Без международного сотрудничества декарбонизация этих видов транспорта может затянуться. Приоритетные действия должны быть направлены на наиболее активно используемые порты и аэропорты, чтобы максимизировать отдачу от первоначальных инвестиций.

6.4. Сектор промышленности и строительства

«Чистый ноль» в промышленности означает минимизацию или полное исключение выбросов парниковых газов на всех этапах производства. Это может включать в себя переход на возобновляемые источники энергии, использование технологий улавливания и хранения углекислого газа, улучшение эффективности производственных процессов и выбор материалов с меньшим углеродным следом. Например, в стальной промышленности это может означать замену традиционных печей на печи, работающие на водороде.

Что касается строительства и зданий, «чистый ноль» обычно означает строительство и эксплуатацию зданий таким образом, чтобы их углеродный след был минимален или равен нулю. Это может включать в себя использование энергоэффективных материалов, интеграцию возобновляемых источников энергии, таких как солнечные панели, использование систем управления энергией для минимизации потребления, а также улучшение изоляции для уменьшения потребности в отоплении или охлаждении. Для уже существующих зданий это также может включать в себя реконструкцию или модернизацию с целью улучшения их энергоэффективности.

В обоих секторах «чистый ноль» также может включать в себя компенсационные меры, такие как высадка деревьев или инвестирование в другие проекты по сокращению углерода, чтобы компенсировать неизбежные выбросы.

6.4.1. Сектор промышленности

Сценарий Net Zero 2050 от МЭА

В 2050 году в сценарии МЭА промышленность, являясь вторым по величине источником выбросов CO_2, должна внести значительно важный вклад в достижение цели «чистый нулевой уровень выбросов». Выбросы от промышленности (в результате сжигания топлива и от производственных процессов) в 2020 году составили около 8,4 Гт. На долю стран с развитой экономикой приходилось около 20%, а на страны с формирующимся рынком и развивающиеся страны - около 80%,

хотя сложные глобальные цепочки поставок для производства материалов и обрабатывающей промышленности означают, что страны с развитой экономикой обычно потребляют гораздо больше готовой продукции, чем производят.

На три отрасли тяжелой промышленности – химическую, сталелитейную и цементную – приходится почти 60% всего промышленного потребления энергии и около 70% выбросов CO_2в промышленном секторе.

Производство высоко сконцентрировано в странах с формирующимся рынком и развивающихся странах, на долю которых приходится 70-90% совокупного выпуска этих товаров. На один только Китай в 2020 году пришлось почти 60% производства стали и цемента. Эти материалы являются важным фактором нашего современного образа жизни, и у них мало конкурентоспособных по стоимости заменителей и жизненная задача состоит в том, чтобы продолжать производство этих материалов без выбросов CO_2.

Перспективы мирового спроса на материалы в сценарии МЭА – плато и небольшой рост. Это резко контрастирует с ростом, наблюдавшимся в течение последних двух десятилетий, когда глобальный спрос на сталь вырос в 2,1 раза, на цемент – в 2,4 раза, а на пластмассы (ключевая группа материалов, выпускаемых химическим сектором) – в 1,9 раза. Когда экономика развивается, спрос на материалы на душу населения имеет тенденцию к быстрому расту, что способствует накоплению запасов товаров и инфраструктуры. По мере развития экономики будущий спрос обусловлен, прежде всего, необходимостью восстановления и замены этих запасов. В сценарии МЭА выравнивание и снижение спроса во многих странах мира приводит к замедлению роста глобального спроса. В некоторых странах, таких как Индия, наблюдаются более высокие темпы роста производства стали и цемента, в то время как производство в Китае значительно снижается после периода промышленного бума на рубеже тысячелетий.

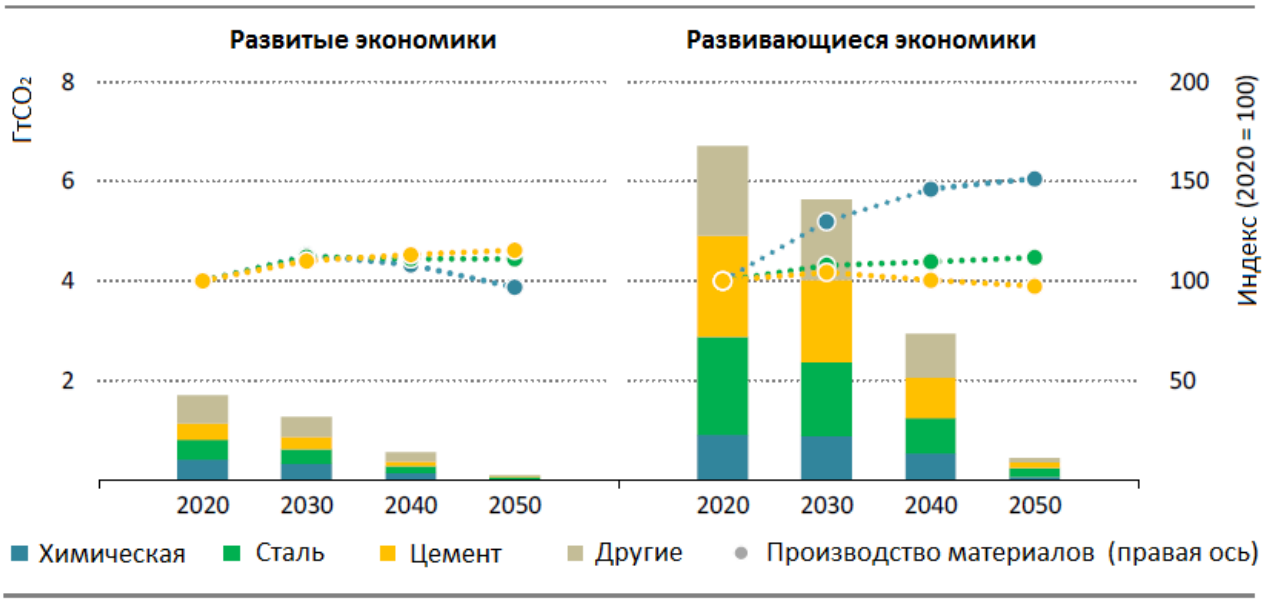


Рисунок 6.4.1.1. Глобальный выбросы CO2 от промышленности по отраслям в сценарии МЭА [42]

Примечание: «Другие» охватывают такие отрасли как производство алюминия, производство бумаги, другие неметаллические минералы, цветную металлургию и ряд отраслей легкой промышленности.

Некоторые сегменты спроса на материалы быстро растут, чтобы поддержать необходимое расширение энергетической инфраструктуры, особенно производство электроэнергии из возобновляемых источников и транспортную инфраструктуру. Дополнительная инфраструктура, необходимая для этих двух сегментов к 2050 году по сравнению с сегодняшним днем, обеспечит примерно 10% спроса на сталь в 2050 году. В целом мировой спрос на сталь в 2050 году будет на 12% выше, чем сегодня, первичные химические вещества – на 30% выше, а спрос на цемент в целом останется неизменным.

Выбросы CO_2 от тяжелой промышленности сократятся на 20% к 2030 году и на 93% к 2050 году. Важную роль в этом играют оптимизация эффективности работы оборудования, внедрение наилучших доступных технологий для ввода новых мощностей и меры по повышению материалоемкости. Однако существуют пределы того, насколько выбросы могут быть сокращены с помощью этих мер. Почти 60% сокращения выбросов в 2050 году будет достигнуто с использованием технологий, которые находятся в стадии разработки сегодня.

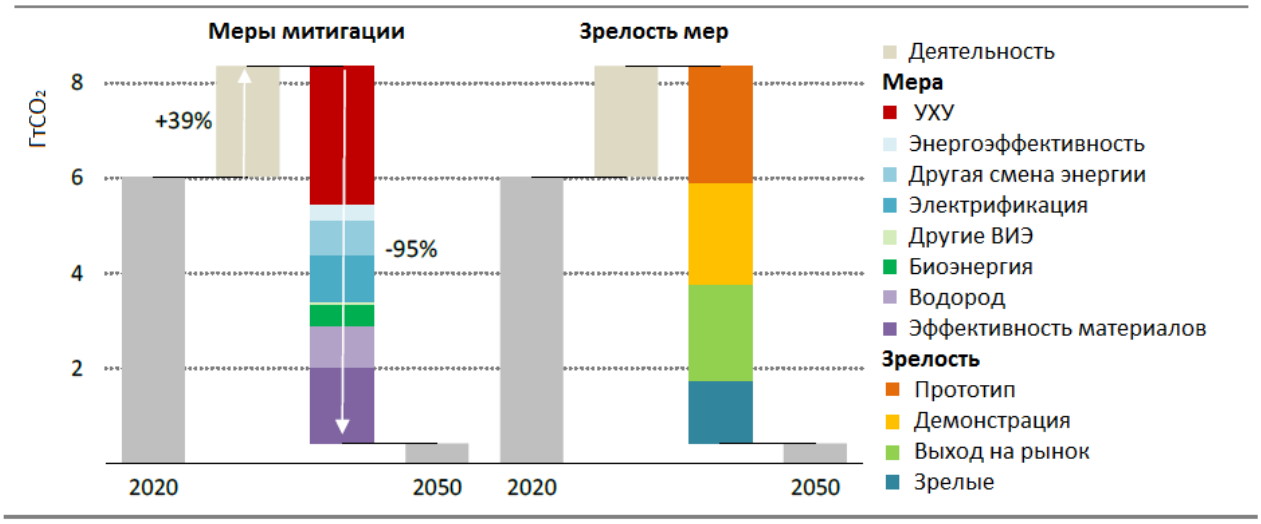


Рисунок 6.4.1.2. Глобальные выбросы CO_2 в тяжелой промышленности и их сокращение в зависимости от мер по смягчению последствий и категории зрелости технологий в сценарии МЭА [42]

Водородные технологии и технологии УХУ вместе обеспечат около 50% сокращения выбросов в тяжелой промышленности в 2050 году. Эти технологии позволяют обеспечить большое количество высокотемпературного тепла, которое во многих случаях невозможно легко обеспечить с помощью электричества с помощью современных технологий, и помогают снизить технологические выбросы в результате химических реакций, присущих некоторым промышленным производствам. Биоэнергетика также вносит вклад в широкий спектр промышленных применений.

Помимо необходимости высокотемпературного тепла и технологических выбросов, два фактора объясняют более медленные темпы сокращения выбросов в тяжелой промышленности. Во-первых, легкость, с которой многие промышленные материалы и продукты могут продаваться по всему миру, означает, что рынки конкурентоспособны, а прибыль низкая. Это оставляет мало возможностей для покрытия дополнительных затрат, связанных с внедрением более дорогостоящих методов производства. Потребуется время для разработки надежных механизмов глобального сотрудничества и передачи технологий или внутренних решений, обеспечивающих равные условия для этих технологий.

Во-вторых, тяжелая промышленность использует капиталоемкое и долговечное оборудование, что замедляет внедрение инновационных технологий с низким уровнем выбросов. Увеличение мощностей в период до 2030 года – до того, как может произойти крупномасштабное внедрение инновационных процессов – во многом объясняет сохранение промышленных выбросов в 2050 году, более 80% из которых приходится на страны с формирующимся рынком и развивающиеся страны. Стратегически рассчитанные инвестиции в низкоуглеродные технологии могут помочь свести к минимуму досрочный выход.

Для тяжелой промышленности до 2050 года осталось всего один инвестиционный цикл. Средний срок службы активов с интенсивными выбросами, таких как доменные печи и цементные печи, составляет около 40 лет. Однако

примерно через 25 лет эксплуатации установки часто подвергаются капитальному ремонту с целью продления срока их службы.

Задача состоит в том, чтобы гарантировать, что инновационные промышленные технологии с почти нулевым уровнем выбросов, которые сегодня находятся на стадии прототипа и демонстрации, достигнут рынков в течение следующего десятилетия, когда около 30% существующих активов достигнут 25-летнего возраста и, таким образом, им придется принять инвестиционное решение. Если эти инновационные технологии не готовы или не будут использоваться, даже если они готовы, это окажет серьезное негативное влияние на темпы сокращения выбросов или создаст риск увеличения неиспользуемых активов. И наоборот, если они будут готовы и, если существующие заводы будут модернизированы или заменены ими в момент принятия инвестиционного решения через 25 лет, это может сократить прогнозируемые совокупные выбросы к 2050 году от существующих активов тяжелой промышленности примерно на 40%. Критическое окно возможностей, открывающееся до 2030 года, нельзя упускать. Вмешательство в конце следующего 25-летнего инвестиционного цикла может помочь сократить 60 Гт CO_2, что составляет около 40% прогнозируемых выбросов от существующих активов тяжелой промышленности.

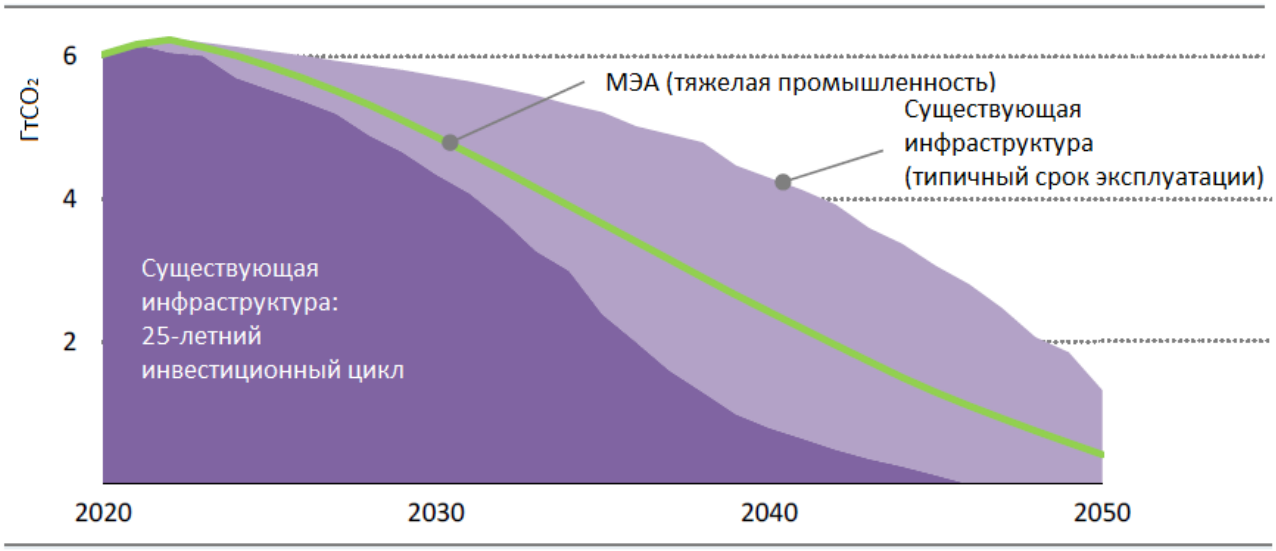


Рисунок 6.4.1.3. Глобальные выбросы CO_2 от существующих промышленных мощностей в сценарии МЭА [42]

Энергетический баланс в промышленности радикально меняется: доля ископаемого топлива в общем потреблении энергии снизится примерно с 70% сегодня до 30% в 2050 году. Подавляющее большинство ископаемого топлива, которое все еще будет использоваться в тяжелой промышленности, в основном в качестве химического сырья (50%) или на заводах, оснащенных УХУ (около 30%). Электричество является доминирующим топливом в промышленности, причем его доля в общем потреблении энергии в промышленности вырастет с 20% в 2020 году до 45% в 2050 году. Около 15% этой электроэнергии используется для производства водорода. Биоэнергетика играет важную роль, на ее долю в 2050 году будет приходиться 15% общего энергопотребления, она пользуется высоким спросом в

энергетическом и транспортном секторах. Возобновляемые солнечные и геотермальные технологии для производства тепла вносят небольшой, но быстро растущий вклад.

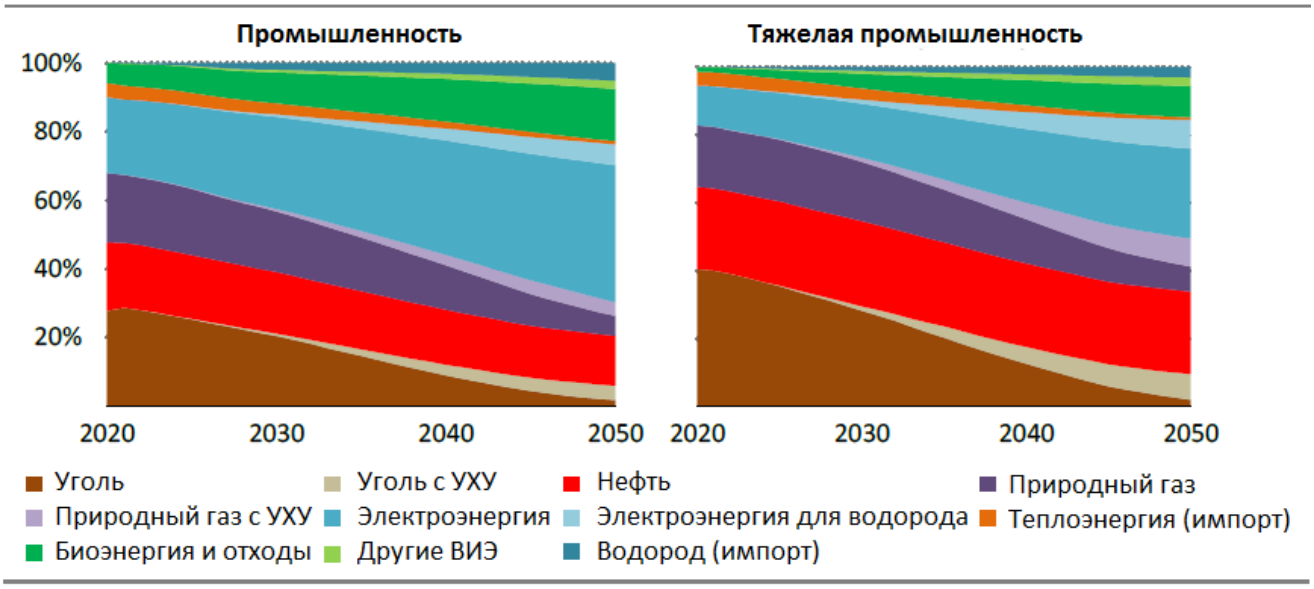


Рисунок 6.4.1.4. Глобальное конечное потребление в промышленности по видам топлива в сценарии МЭА [42]

Примечание: Промышленное потребление энергии включает химическое сырье и энергию, потребляемую в доменных и коксовых печах. Водород относится к импортированному водороду и исключает выработку собственного водорода. Электричество для водорода относится к электричеству, используемому при производстве водорода посредством электролиза.

Химическая промышленность

Выбросы химического сектора снизятся с 1,3 Гт в 2020 году до 1,2 Гт в 2030 году и около 65 Мт в 2050 году. Доля ископаемого топлива в общем энергопотреблении падает с 83% в 2020 году (в основном нефть и природный газ) до 76% в 2030 году и 61% в 2050 году. Нефть останется крупнейшим топливом, используемым в производстве первичных химикатов в 2050 году наряду с меньшими количествами газа и угля.

Технологии, которые в настоящее время доступны на рынке, обеспечивают почти 80% экономии выбросов, достигнутой в химической промышленности во всем мире к 2030 году в сценарии МЭА по сравнению с сегодняшним днем. Они включают в себя переработку и повторное использование пластмасс, а также более эффективное использование азотных удобрений, что снижает потребность в первичных химикатах, а также меры по повышению энергоэффективности. После 2030 года основная часть сокращений выбросов будет достигнута за счет использования технологий, интеграция которых в химические процессы сегодня находится в стадии разработки, включая определенные приложения УХУ и электролитический водород, вырабатываемый непосредственно из переменной возобновляемой электроэнергии. Традиционные технологии, оснащенные УХУ, и

технологии пиролиза наиболее конкурентоспособны в регионах с доступом к дешевому природному газу, в то время как электролиз является предпочтительным вариантом в регионах, где развертыванию УХУ препятствует отсутствие инфраструктуры или общественное принятие.

К 2050 году в производстве цемента, стали и химикатов будут доминировать технологии с почти нулевыми выбросами, при этом ключевую роль будут играть технологии УХУ и водородные технологии.

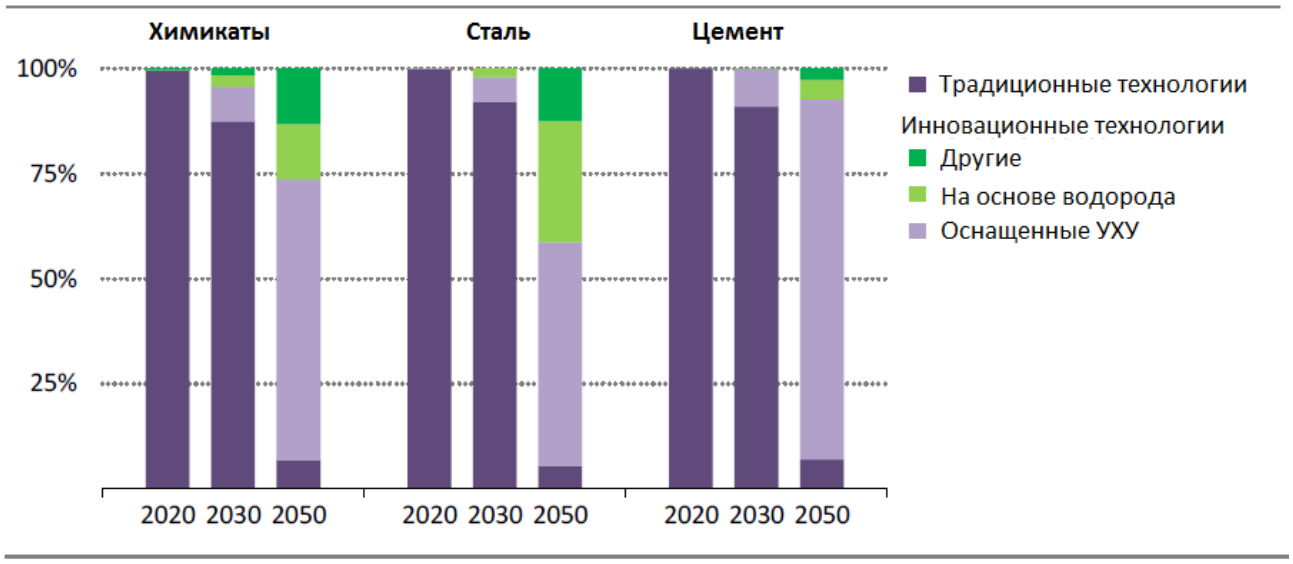


Рисунок 6.4.1.5. Глобальное производство материалов по видам производства в сценарии МЭА [42].

Примечание: Химикаты относится к производству первичных химикатов (этилена, пропилена, бензола, толуола, смешанных ксилолов, аммиака и метанола). Сталь относится к производству первичной стали. Другие отрасли включают инновационные процессы, использующие биоэнергию и непосредственно электрифицирующие производство. Водород – это электролитический водород. Водород на основе ископаемого топлива с УХУ включен в категорию оборудованных УХУ.

Производство чугуна и стали

Глобальные выбросы CO_2 в черной металлургии снизятся с 2,4 Гт в 2020 году до 1,8 Гт в 2030 году и 0,2 Гт в 2050 году, поскольку использование ископаемого топлива резко сокращается. Их доля в общем топливном балансе снизится с текущих 85% до чуть более 30% в 2050 году. Сталелитейная промышленность останется одной из последних отраслей, использующих значительные объемы угля в 2050 году, в первую очередь из-за его важности как химического восстановителя, хотя и в основном совместно с УХУ.

В сценарии МЭА происходит радикальная технологическая трансформация подсектора черной металлургии, основанная главным образом на значительном переходе от угля к электроэнергии. К 2050 году электроэнергия и другие неископаемые виды топлива будут составлять почти 70% конечного спроса на энергию в секторе по сравнению со всего лишь 15% в 2020 году. Этот сдвиг

обусловлен такими технологиями, как электродуговые печи на основе металлолома (ЭДП – электродуговые печи – EAF - electric arc furnace), водородные установки прямого восстановления железа (DRI - direct reduced iron), электролиз железной руды и электрификация вспомогательного оборудования. Доля угля в общем энергопотреблении снизится с 75% в 2020 году до 22% к 2050 году, из которых 90% используется совместно с УХУ.

Технологии, которые в настоящее время представлены на рынке, обеспечивают около 85% сокращения выбросов при производстве стали к 2030 году. Они включают меры по повышению эффективности использования материалов и энергии, а также значительное увеличение производства на основе лома, что требует лишь около одной десятой энергии производства первичной стали. Производство – обусловлено, в первую очередь, увеличением доступности лома по мере того, как все больше продуктов подходит к концу срока службы. Частичный ввод водорода в доменные печи и печи прямого восстановления набирает обороты в середине 2020-х годов, опираясь на пилотные проекты, проверяющие эту технологию сегодня.

После 2030 года основная часть сокращения выбросов будет достигнута за счет использования разрабатываемых технологий, в том числе прямого восстановления на основе водорода и электролиза железной руды. Параллельно внедряются несколько технологических процессов, оснащенных УХУ, включая инновационную восстановительную плавку, производство прямого восстановления на основе природного газа (особенно в регионах с низкими ценами на природный газ) и инновационные механизмы модернизации доменных печей в регионах с относительно молодыми заводами.

Производство цемента

Сегодня при производстве тонны цемента выделяется в среднем около 0,6 тонны CO_2, две трети из которых представляют собой технологические выбросы, образующиеся в результате выброса углерода из используемого сырья. Ископаемое топливо – в основном уголь плюс немного нефтяного кокса – обеспечивает 90% потребностей в тепловой энергии.

Увеличение смешивания альтернативных материалов с цементом для замены части клинкера (активного и наиболее интенсивного по выбросам ингредиента), снижение спроса на цемент и меры по повышению энергоэффективности обеспечат около 40% экономии выбросов в 2030 году по сравнению с 2020 годом. После 2030 года соотношение клинкера и цемента в мире снижается с 0,71 в 2020 году до 0,65 в 2030 году. Это соотношение продолжает снижаться после 2030 года, но более медленно, достигнув 0,57 в 2050 году (у смешанных цементов соотношение клинкера к цементу может достигать всего 0,5, но потенциал рыночного применения зависит от регионального контекста). Поскольку 0,5 — это самое низкое технически достижимое соотношение клинкера и цемента, необходимы другие меры для достижения более глубокого сокращения выбросов.

После 2030 года основная часть сокращения выбросов будет достигнута за счет использования технологий, которые находятся в стадии разработки сегодня. УХУ является наиболее важным, на его долю придется 55% сокращений в 2050

году по сравнению с сегодняшним днем. Во многих случаях более рентабельно применять УХУ, чем переход на источники энергии с нулевым уровнем выбросов. Использование угля будет исключено из производства цемента к 2050 году, когда на природный газ будет приходиться около 40% тепловой энергии (по сравнению с 15% сегодня), биомасса и возобновляемые отходы — еще 35% (по сравнению с менее чем 5% сегодня), водород и прямая электрификация составляет примерно 15%, а нефтепродукты и невозобновляемые отходы - оставшуюся часть. Ограничения на наличие устойчивых поставок биомассы не позволяют ей претендовать на более высокую долю. Прямая электрификация цементных печей сегодня находится на стадии небольшого прототипа, поэтому ее внедрение в небольших масштабах начнется только после 2040 года. С 2040-х годов водород обеспечит около 10% потребностей в тепловой энергии в цементных печах, хотя смешивание небольших количеств начнется раньше.

Инновационные типы цемента на основе альтернативных вяжущих материалов, которые ограничивают или предотвращают образование технологических выбросов и даже позволяют улавливать CO_2 в процессе отверждения, либо все еще находятся на гораздо более ранних стадиях разработки по сравнению с другими вариантами, такими как УХУ, либо имеют ограниченное применение.

Сталь, цемент и химикаты – не единственные продукты промышленного сектора. Сюда также входят другие энергоемкие подотрасли, такие как алюминий, бумага, другие неметаллические полезные ископаемые и цветные металлы, а также легкая промышленность, которая производит транспортные средства, машины, продукты питания, древесину, текстиль и другие потребительские товары, а также энергоресурсы, которые потребляется в строительстве и горнодобывающей промышленности.

Выбросы легкой промышленности сократятся примерно на 30% к 2030 году и примерно на 95% к 2050 году. В отличие от тяжелой промышленности, большинство технологий, необходимых для глубокого сокращения выбросов в этих подсекторах, доступны на рынке и готовы к внедрению. Частично это связано с тем, что более 90% общего спроса на тепло приходится на низко/среднетемпературные системы, которые можно более легко и эффективно электрифицировать.

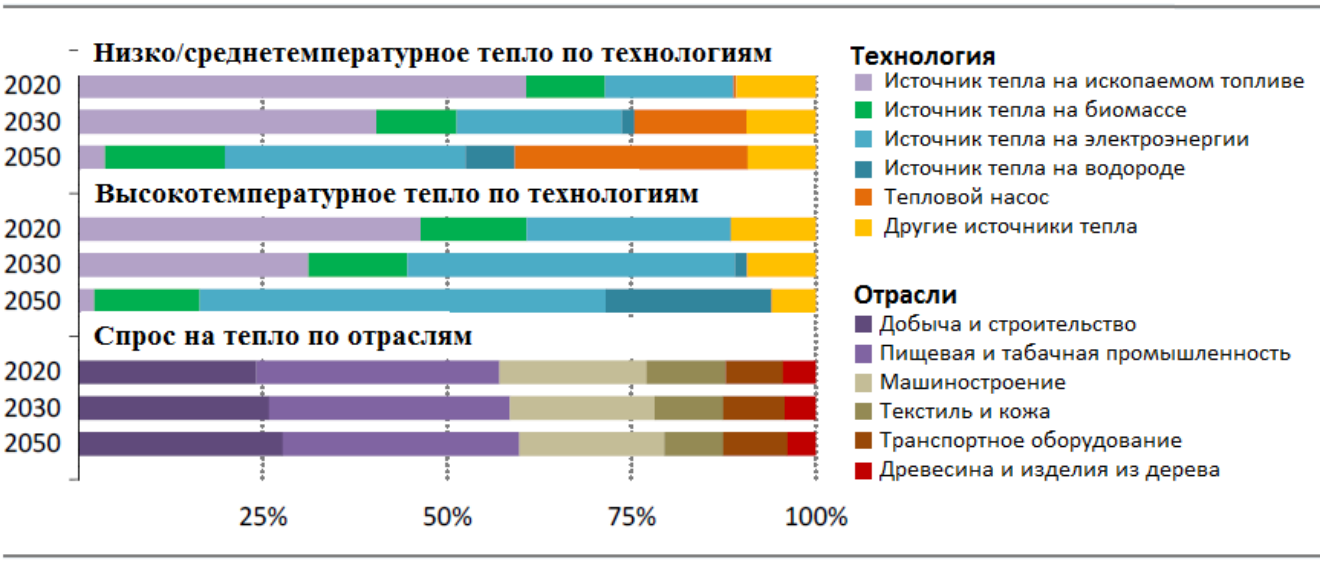


Рисунок 6.4.1.6. Доля отопительных технологий по уровню температуры в легкой промышленности в сценарии МЭА [42].

Примечания: Легкая промышленность исключает неспецифицированное промышленное потребление энергии. Низко/среднетемпературное тепло соответствует температуре 0–400 °C, а высокотемпературное тепло более 400 °C. Другие источники тепла включают солнечные тепловые и геотермальные обогреватели, а также импортируемое тепло из сектора энергетики и переработки топлива.

На электроэнергию будет приходиться около 40% спроса на тепло к 2030 году и около 65% к 2050 году. Для низкотемпературного (<100 °C) и некоторого среднетемпературного (100-400 °C) тепла электрификация играет важную роль с использованием тепловых насосов (что составит около 30% общего спроса на тепло в 2050 году). В сценарии МЭА ежемесячно в течение следующих 30 лет необходимо будет устанавливать около 500 МВт тепловых насосов. Наряду с электрификацией водород и биоэнергетика играют меньшую роль в производстве высокотемпературного тепла (>400 °C), что составит около 20% и около 15% соответственно от общего спроса на энергию в 2050 году. Темпы ввода мощностей электролизеров значительно ниже, чем в тяжелой промышленности, но и размеры установок будут значительно меньше. Около 5% спроса на тепло удовлетворяется за счет прямого использования возобновляемых источников энергии, включая технологии солнечного тепла и геотермального отопления.

Энергоэффективность также играет решающую роль в этих обрабатывающих отраслях, в частности, за счет повышения эффективности электродвигателей (конвейеров, насосов и других приводных систем). К 2030 году 90% продаж двигателей в прочих отраслях будут относиться к классу 3 или выше.

Ключевые этапы и точки принятия решений

Таблица 6.4.1.1. Ключевые вехи трансформации глобальных подотраслей тяжелой промышленности

Категория			
Тяжелая промышленность * 2035 г.: практически все новые мощности представляют собой инновационные технологии с низким уровнем выбросов.			
Промышленные двигатели * 2035 год: продажи всех электродвигателей будут лучшими в своем классе.			
Категория	**2020**	**2030**	**2050**
Промышленность			
Доля электроэнергии в общем конечном потреблении	21%	28%	46%
Потребность в водороде (Мт H2)	51	93	187
Уловленный CO_2 (Мт CO_2)	3	375	2800
Химикаты			
Доля вторичной переработки: повторное использование в сборе пластика	17%	27%	54%
повторное использование во вторичном производстве	8%	14%	35%
Потребность в водороде (Мт H2)	46	63	83
с собственной электролизерной мощностью (ГВт)	0	38	210
Доля добычи по инновационным технологиям	1%	13%	93%
Уловленный CO_2 (Мт CO_2)	2%	70%	540 %
Сталь			
Переработка, повторное использование: лом как доля сырья	32%	38%	46%
Потребность в водороде (Мт H_2)	5	19	54
с собственной электролизерной мощностью (ГВт)	0	36	295
Доля производства первичной стали: DRI-EAF на основе водорода	0%	2%	29%
электролиз железной руды – ЭДП	0%	0%	13%
процессы, оснащенные УХУ	0%	6%	53%
Уловленный CO_2 (Мт CO_2)	1	70	670
Цемент			
Соотношение клинкера и цемента	0.71	0.65	0.57
Потребность в водороде (Мт H_2)	0	2	12
Доля добычи по инновационным технологиям	0%	9%	93%
Уловленный CO_2 (Мт CO_2)	0	215	1355

Примечание: DRI = железо прямого восстановления; ЭДП = электродуговая печь.

Начиная с 2030 года, все новые мощности в промышленности будут основаны на технологиях с почти нулевым уровнем выбросов. Большая часть мощностей тяжелой промышленности, которые будут добавлены и заменены в ближайшие годы, находится в странах с формирующимся рынком и развивающихся странах; они могут рассчитывать на финансовую поддержку со стороны стран с развитой экономикой. Каждый месяц с 2030 по 2050 год сценарий МЭА предполагает строительство дополнительных 10 промышленных предприятий, оснащенных

УХУ, трех дополнительных промышленных предприятий, полностью работающих на водороде, и 2 ГВт дополнительных электролизеров на промышленных площадках. Несмотря на сложность, это достижимо. Для сравнения, в одном только Китае в период с 2000 по 2015 год в среднем в месяц строилось около 12 объектов тяжелой промышленности. К 2050 году почти все производство в тяжелой промышленности будет осуществляться с использованием технологий, близких к нулевым выбросам.

Решительные действия правительств необходимы для достижения перехода к чистой энергетике в тяжелой промышленности в масштабах и темпах, предусмотренных в сценарии МЭА. В течение следующих двух лет правительства стран с развитой экономикой должны будут принять решения о финансировании НИОКР критических промышленных технологий с почти нулевым уровнем выбросов и смягчении инвестиционных рисков, связанных с их масштабной демонстрацией. Это должно привести к как минимум двум или трем коммерческим демонстрационным проектам для каждой технологии в разных регионах и их выходу на рынок к середине 2020-х годов. Международная координация и сотрудничество будут способствовать более эффективному использованию ресурсов и предотвращению пробелов в финансировании.

Правительствам также необходимо как можно скорее принять решения о крупномасштабном внедрении технологий с почти нулевым уровнем выбросов. К 2024 году в странах с развитой экономикой и к 2026 году в странах с формирующимся рынком и развивающихся странах правительства должны разработать стратегию включения технологий с почти нулевыми выбросами в следующую серию наращивания и замены мощностей сталелитейных и химических заводов, которая должна включать решения о том, следует ли внедрять УХУ, водород или комбинация того и другого. Если они хотят добиться успеха, эти стратегии должны включать конкретные планы по развитию и финансированию необходимой инфраструктуры для УХУ и/или водорода, а также производства экологически чистой электроэнергии для производства водорода. Строительство необходимой инфраструктуры должно начаться как можно скорее, учитывая длительные сроки реализации.

В аналогичные сроки правительства стран-производителей цемента должны решить, как развивать необходимую инфраструктуру УХУ для этой отрасли, включая необходимую правовую и нормативную базу. Страны-импортеры должны разработать планы по постепенному переходу к исключительному использованию цемента с низким уровнем выбросов, что может повлечь за собой необходимость поддержки развития предприятий, оснащенных УХУ, в других местах, чтобы обеспечить поставки и избежать непропорционального бремени, возлагаемого на другие страны.

Стратегии должны подкрепляться конкретной политикой. К 2025 году все страны должны иметь долгосрочную политику сокращения выбросов CO_2, чтобы обеспечить уверенность в том, что следующая волна инвестиций в увеличение мощностей будет включать технологии с почти нулевым уровнем выбросов. Успешные стратегии, вероятно, потребуют первоначальных мер, таких как контракты на выбросы углерода на разницу, государственные закупки и стимулы

для поощрения закупок в частном секторе. По мере внедрения новых технологий и снижения затрат примерно к 2030 году, вероятно, появятся веские основания для замены этих первоначальных мер другими, такими как налоги на выбросы CO_2, системы торговли выбросами и стандарты эффективности выбросов. Финансовая поддержка для увеличения мощностей с почти нулевым уровнем выбросов также может сыграть важную роль посредством таких мер, как низкие процентные ставки, льготные кредиты и смешанное финансирование, а также через взносы стран с развитой экономикой в фонды, поддерживающие проекты в странах с формирующимся рынком и развивающихся странах. Стратегии также должны включать меры по сокращению промышленных выбросов за счет эффективности использования материалов, например, путем пересмотра правил проектирования, принятия стимулов для увеличения срока службы продукции и зданий, а также совершенствования систем сбора и сортировки материалов для переработки.

Существуют веские аргументы в пользу заключения международного соглашения о переходе к почти нулевым выбросам для продукции, продаваемой во всем мире, к середине 2020-х годов, чтобы создать равные условия игры. В качестве альтернативы странам, возможно, придется прибегнуть к мерам по защите внутреннего производства с почти нулевыми выбросами от конкуренции со стороны продуктов, которые создают выбросы. Любая такая политика должна быть разработана с учетом нормативно-правовой базы, регулирующей международную торговлю, например, Всемирной торговой организации.

Даже несмотря на ускорение сроков внедрения инноваций и проведение жесткой политики, для удовлетворения спроса в следующем десятилетии, прежде чем станут доступны технологии с почти нулевым уровнем выбросов, потребуются некоторые дополнительные мощности с высоким уровнем выбросов. Правительствам было бы разумно потребовать, чтобы любые новые мощности включали в себя готовые к модернизации конструкции, чтобы неослабевающие мощности, добавленные в ближайшие несколько лет, имели технические мощности и требования к пространству для интеграции технологий с почти нулевыми выбросами в ближайшие годы. После 2030 года инвестиции будут ограничиваться инновационными технологиями с почти нулевыми выбросами.

Правительствам не следует упускать из виду необходимость принятия мер по стимулированию внедрения уже имеющихся технологий с почти нулевым уровнем выбросов в легкой промышленности. Введение цены на выбросы углерода, а затем ее существенное повышение с течением времени – посредством налогов на выбросы углерода или систем торговли выбросами для крупных производителей – может быть самым простым способом достижения этой цели. Другие меры регулирования, такие как коммерческое низкоуглеродное топливо и стандарты выбросов, могут привести к тому же результату, но могут повлечь за собой большую административную сложность.

Для достижения экономии энергии, вероятно, потребуются технологические мандаты, такие как минимальные стандарты энергоэффективности для новых двигателей и котлов. Полезную роль также могут сыграть специальные программы и стимулы для малых и средних предприятий.

Сценарии Net Zero BP

В сценарии Net Zero от BP (далее сценарий BP), спрос на энергию в промышленности падает во второй половине прогноза, поскольку спрос на энергию в Китае снижается, перевешивая рост в Индии и других развивающихся азиатских странах. Снижение спроса особенно заметно в энергетическом и химическом секторах из-за растущего социального и политического давления на использование нефтепродуктов и пластмасс.

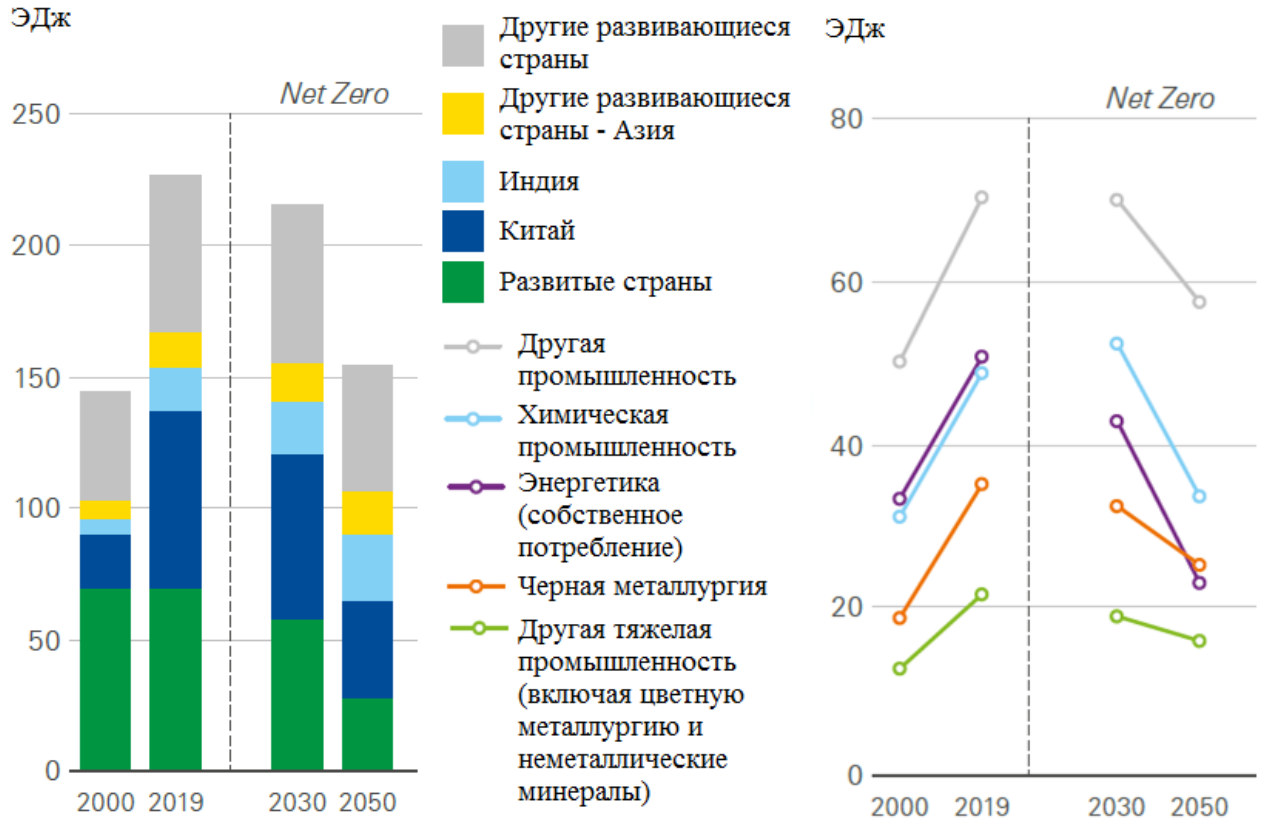


Рисунок 6.4.1.7. Конечное потребление энергии в промышленности по регионам и по секторам в сценарии BP [44].

За последние 20 лет в Китае наблюдался быстрый рост промышленного производства и связанного с ним энергопотребления. В настоящее время Китай является крупнейшим производителем стали, цемента и большинства ключевых нефтехимических продуктов, а потребление энергии в промышленности в 2019 году составило 30% мирового промышленного спроса на энергию, почти столько же, сколько во всех развитых странах вместе взятых. На долю Китая приходится около 60% роста потребления энергии в промышленности с 2000 года.

В сценарии BP промышленный спрос на энергию в Китае достигнет пика примерно в 2030 году и значительно снизится к 2050 году, поскольку его экономика становится более ориентированной на услуги, а производство перемещается в менее развитые страны. Индия и другие развивающиеся азиатские страны становятся основными регионами промышленного роста, а их совокупная доля в энергетике вырастет с 13% в 2019 году до 18-26% к 2050 году. Спрос на энергию в промышленности достигнет пика во всех сценариях и снизится во второй половине прогноза.

Промышленное потребление энергии в развитых странах достигло пика в 2000 году и с тех пор снижается и будет снижаться в течение прогноза, что обусловлено как повышением энергоэффективности, так и снижением производства в энергоемких отраслях.

Промышленность включает сотни различных процессов производства товаров и материалов. Наибольший индивидуальный вклад в спрос на энергию вносят металлургия и сталь, химическая промышленность (включая нефтехимию) и сама энергетическая промышленность из-за потребления энергии и потерь, связанных с производством топлива.

Эти отрасли в сочетании с цветными металлами и неметаллическими полезными ископаемыми (такими как цемент) составляют то, что называется тяжелой промышленностью, для которой характерны крупные перерабатывающие предприятия, требующие высокотемпературного тепла. Остальные отрасли промышленности, определенные здесь как «Другая промышленность», представляют собой совокупность в основном производственных процессов, таких как пищевая, бумажная и текстильная промышленность.

Спрос на энергию после 2030 года упадет в большинстве отраслей, что обусловлено как энергоэффективностью процессов, так и эффективностью использования материалов, что включает увеличение переработки и меры по сокращению спроса на материалы. Это падение особенно заметно для энергетического и химического секторов из-за растущего социального и политического давления, направленного на сокращение использования нефтепродуктов и пластмасс.

В сценарии BP, при анализе по видам топлива, промышленность электрифицируется, при этом водород и УХУ помогают декарбонизировать тяжелую промышленность.

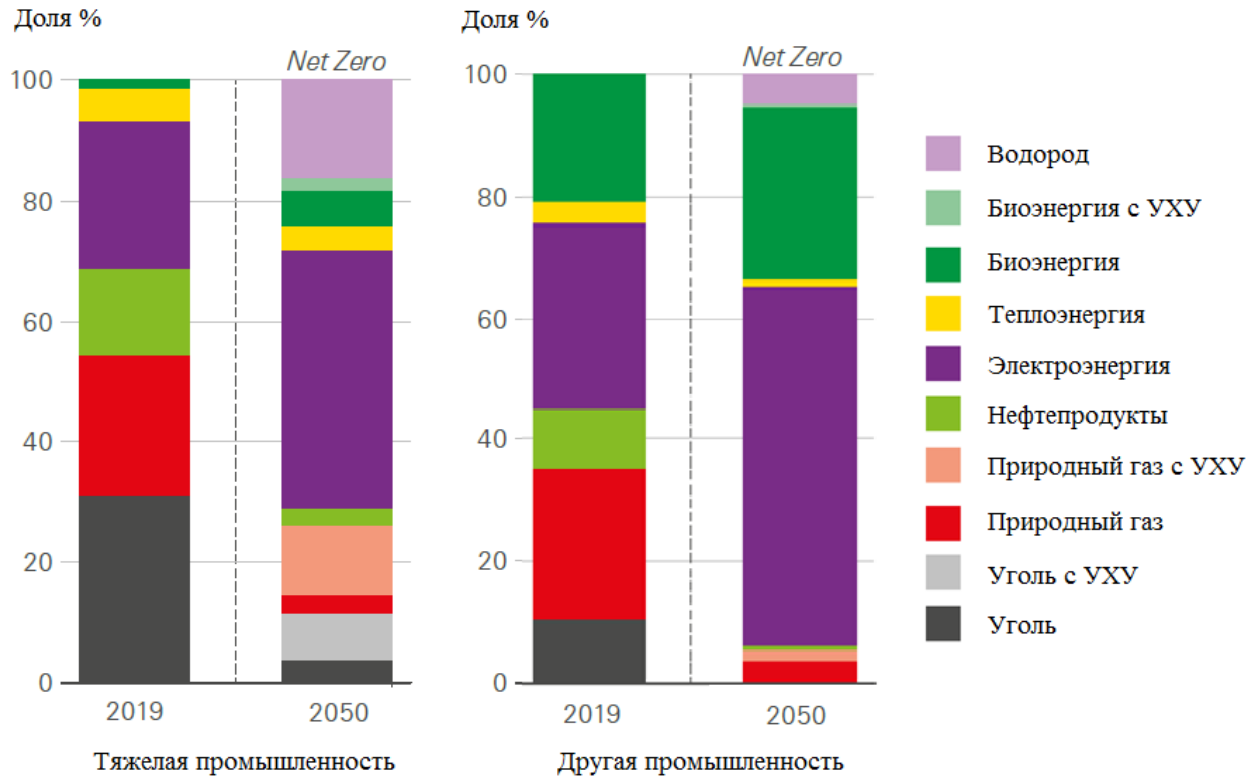


Рисунок 6.4.1.8. Конечное потребление энергии в промышленности по видам топлива по промышленности в сценарии BP [44].

Промышленность электрифицируется постепенно, но более медленными темпами из-за сложности электрификации высокотемпературного тепла в тяжелой промышленности. Тяжелая промышленность увеличивает свою долю низкоуглеродистого водорода и биоэнергетики, а также сокращает оставшееся использование ископаемого топлива с помощью УХУ. Другая промышленность смещается в сторону электроэнергетики и биоэнергетики.

Тяжелая промышленность — это группа энергоемких процессов, таких как производство стали и других металлов, нерудных полезных ископаемых, таких как цемент, нефтехимия, нефть и газ. Все эти процессы требуют высокотемпературного тепла (более 200°C), которое трудно электрифицировать. Сегодня они в основном используют ископаемое топливо – в частности, уголь для производства цемента, железа и стали (где уголь также действует как восстановитель) и природный газ, который используется в основном в нефтехимии и нефтегазовой промышленности. В потреблении других отраслей промышленности в настоящее время преобладают электроэнергия для двигателей, механических процессов и низкотемпературное тепло, природный газ для использования в котлах и, где это возможно, биомасса (особенно в пищевой и бумажной промышленности).

В тяжелой промышленности доля электроэнергии увеличивается, а доля угля и нефти снижается. Доля природного газа снижается в Net Zero, при этом большая часть оставшегося потребления снижается с помощью УХУ. Наблюдается значительный рост использования низкоуглеродистого водорода и биоэнергетики, учитывая ограничения в электрификации высокотемпературных процессов.

На долю железа и стали приходится наибольшее использование низкоуглеродистого водорода в промышленности (не включая сырье), где он используется как в качестве источника энергии, так и в качестве восстановителя в процессе восстановления железной руды до железа. Доля его составляет около 40%, а остальные 60% используются для обеспечения высокотемпературным теплом в других секторах, например, в нефтехимии, производстве стекла, керамики и цемента.

В других отраслях существует больше возможностей для электрификации, чем в тяжелой промышленности, где используются такие технологии, как тепловые насосы промышленного масштаба, способные производить необходимое тепло при более низкой температуре. В 2050 году в энергетическом балансе других отраслей будет преобладать электроэнергия (доля ~60%), а оставшаяся часть будет приходиться на биоэнергетику (~30%).

Сценарий Sky 1.5 от Shell

В сценарии Sky 1.5 от Shell, промышленное потребление энергии является важным компонентом глобального спроса на энергию. Более легкие виды деятельности, такие как низкотемпературное отопление, могут быть электрифицированы и декарбонизированы с помощью возобновляемых источников энергии. До тех пор, пока в будущем не произойдет значительных технологических прорывов, ископаемое топливо по-прежнему будет требоваться для крупномасштабных, высокотемпературных и тяжелых печей. Однако на пути к декарбонизации уголь, нефть и газ будут постепенно заменяться водородом и другими не ископаемыми источниками, включая биомассу. Для производства некоторых материалов по-прежнему потребуется углеводородное сырье.

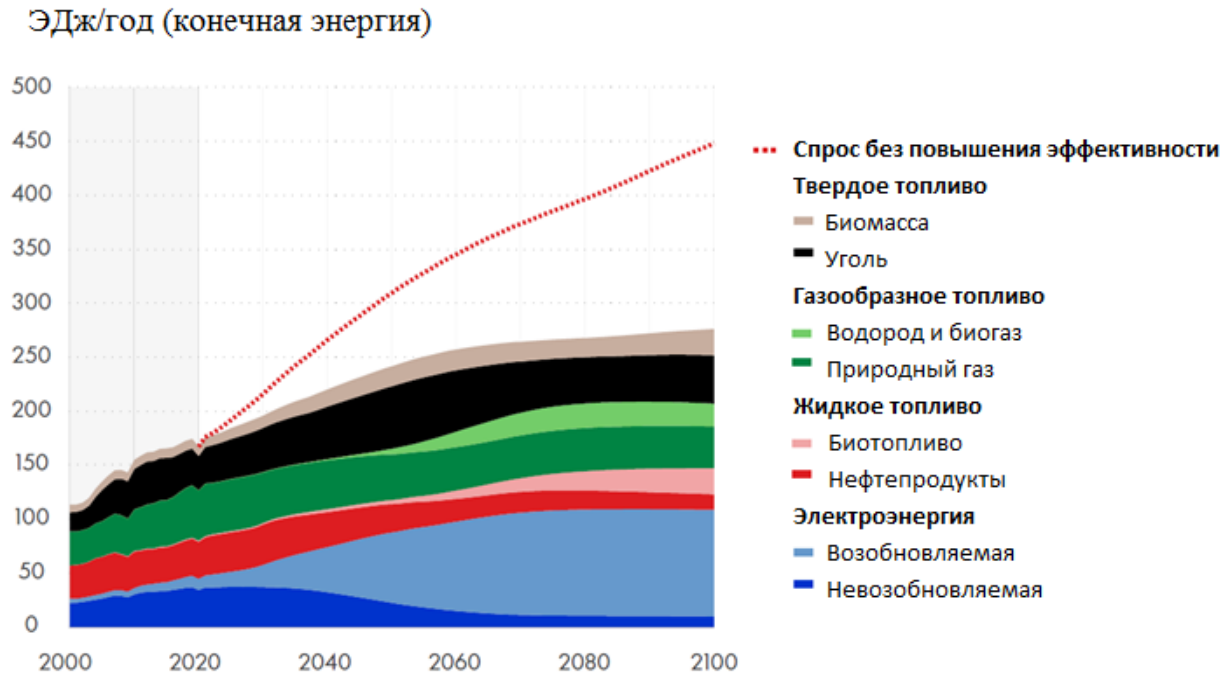


Рисунок 6.4.1.9. Конечное потребление энергии в промышленности по видам топлива по промышленности в сценарии Sky 1.5 Shell [45].

6.4.2. Сектор промышленности и предложения по совершенствованию проводимых государством политик

Ниже сформулированы тренды, которые были выявлены на основе анализа, приведенного выше.

Стабилизация роста производства промышленных материалов. Будет наблюдаться отход от предыдущих тенденций стремительного роста ключевых строительных и промышленных материалов, таких как сталь, цемент и пластмассы, связанных с интенсивным развитием инфраструктуры, особенно в странах с быстро растущей экономикой, таких как Китай. С изменением экономических условий и переходом к более зрелым фазам экономического развития в этих регионах, спрос на материалы на душу населения начинает стабилизироваться. В зрелых экономиках спрос обычно связан не столько с новым строительством, сколько с ремонтом, реновацией и заменой существующей инфраструктуры. Однако в некоторых развивающихся странах, таких как Индия, продолжается быстрый рост производства, обусловленный необходимостью создания новой инфраструктуры для поддержки экономического развития и удовлетворения потребностей быстро растущего населения. Некоторые материалы быстро растут, чтобы поддержать необходимое расширение энергетической инфраструктуры, особенно производство электроэнергии из возобновляемых источников и транспортную инфраструктуру. Дополнительная инфраструктура, необходимая для этих двух сегментов к 2050 году по сравнению с сегодняшним днем, обеспечит примерно 10% спроса на сталь в

2050 году. В целом мировой спрос на сталь в 2050 году будет на 12% выше, чем сегодня, первичные химические вещества – на 30% выше, а спрос на цемент в целом останется неизменным.

Низкоуглеродные технологии и технологии УХУ вместе обеспечат около 50% сокращения выбросов в тяжелой промышленности в 2050 году. Технологии могут снизить выбросы углекислого газа в тяжелой промышленности, требующей высокотемпературного тепла. Основные задержки в сокращении выбросов связаны с долговечностью и капиталоемкостью промышленного оборудования. Большая часть выбросов до 2050 года ожидается от развивающихся стран, и инвестиции в новые технологии жизненно важны. Срок службы доменных и цементных печей составляет около 40 лет, и в следующем десятилетии необходимо внедрить инновационные технологии, чтобы обновить или заменить старое оборудование и предотвратить увеличение неэффективных активов. Готовность к внедрению новых технологий может сократить выбросы на 40% к 2050 году. Решения, принятые до 2030 года, будут критичны для сокращения прогнозируемых выбросов CO_2.

Снижение использования ископаемого топлива в промышленности. Доля ископаемого топлива в промышленном энергопотреблении сократится с 70% до 30% к 2050 году. Большинство оставшегося ископаемого топлива будет использоваться как химическое сырье и на заводах с улавливанием углерода. Электричество станет основным источником энергии, его доля возрастет до 45%, в том числе для производства водорода. Биоэнергия составит 15% потребления, оставаясь востребованной в энергетике и транспорте.

Готовность технологий в химической промышленности для снижения выбросов парниковых газов. Технологические инновации, уже существующие на рынке, будут лежать в основе сокращения выбросов в химической промышленности до 2030 года. Переработка и повторное использование пластиков, улучшенное управление азотными удобрениями и повышение энергоэффективности помогут уменьшить потребность в новых первичных химикатах и снизить энергопотребление, что в свою очередь сократит выбросы углерода.

Внедрение технологических инноваций и использование лома в черной металлургии. Важные технологии, такие как электродуговые печи (EAF), водородные установки прямого восстановления железа (DRI), электролиз железной руды и электрификация вспомогательного оборудования, будут играть ключевую роль в этом переходе. До 2030 года меры по повышению эффективности использования материалов и энергии, а также увеличение производства на основе лома помогут достичь 85% сокращения выбросов. Рост использования металлолома будет способствовать этому процессу. После 2030 большая часть сокращения выбросов будет достигнута благодаря новым технологиям. Будут также внедряться процессы с УХУ.

Снижение соотношения клинкера к цементу. Снижение соотношения клинкера к цементу играет важную роль в сокращении выбросов, так как клинкер является наиболее эмиссионно-интенсивным компонентом. Это будет достигнуто за счёт использования альтернативных вяжущих материалов и смешанных

цементов, где соотношение клинкера к цементу может быть даже ниже. Применение УХУ после 2030 года позволит достичь большей части необходимого снижения выбросов, предполагается, что к 2050 году на эту технологию будет приходиться до 55% сокращения выбросов по сравнению с текущим уровнем.

Электрификация производства низко- и среднетемпературного тепла для промышленности. Использование электроэнергии в качестве источника тепла значительно увеличится, с 40% потребности в тепле в 2030 году до 65% к 2050 году. Это будет особенно актуально для низко- и среднетемпературных процессов, где тепловые насосы играют ключевую роль, и ожидается их широкое внедрение.

Использование водорода и биоэнергетики для высокотемпературного тепла в промышленности. Хотя электрификация является основной тенденцией, водород и биоэнергетика будут играть важную роль в производстве высокотемпературного тепла, с прогнозируемой долей около 20% и 15% соответственно к 2050 году.

6.4.3. Сектор строительства и зданий

В сценарии МЭА при декарбонизации ожидается, что площадь жилых помещений в секторе зданий во всем мире увеличится на 75% в период с 2020 по 2050 год, из которых 80% приходится на страны с формирующимся рынком и развивающиеся страны. В глобальном масштабе площадь, эквивалентная площади города Парижа, будет прибавляться каждую неделю до 2050 года. Более того, во многих странах с развитой экономикой здания имеют длительный срок службы, и около половины существующего фонда зданий все еще будет стоять в 2050 году. Спрос на бытовую технику и холодильное оборудование продолжает расти, особенно в странах с формирующимся рынком и развивающихся странах, где к 2030 году будет добавлено 650 миллионов кондиционеров, а к 2050 — еще 2 миллиарда. Несмотря на этот рост спроса, общие выбросы CO_2 в строительном секторе снизятся более чем на 95% с почти 3 Гт в 2020 году до примерно 120 Мт в 2050 году.

В сценарии МЭА, сокращаются выбросы CO_2, связанные с строительными материалами, используемыми в зданиях. Эти выбросы сократятся на 40% на квадратный метр новой площади к 2030 году, а стратегии повышения эффективности использования материалов позволят сократить использование цемента и стали на 50% к 2050 году по сравнению с сегодняшним днем за счет мер на этапах проектирования, строительства, эксплуатации и завершения срока службы.

Энергоэффективность и электрификация являются двумя основными движущими силами декарбонизации строительного сектора. Эта трансформация опирается в первую очередь на технологии, уже доступные на рынке, включая улучшенные оболочки для новых и существующих зданий, тепловые насосы, энергоэффективные приборы, а также биоклиматическое и экономичное проектирование зданий. Цифровизация и интеллектуальное управление позволяют повысить эффективность, что позволит сократить выбросы в секторе зданий на 350

млн тонн CO_2 к 2050 году. Изменения в поведении также важны: сокращение почти на 250 млн тонн CO_2 в 2030 году отражает изменения в настройках температуры для отопления помещений или сокращение чрезмерного горячего водоснабжения. Дополнительные изменения в поведении, такие как более широкое использование стирки одежды при низкой температуре и сушки веревкой, способствуют декарбонизации электроснабжения. Существуют возможности для быстрого и бесплатного достижения этих сокращений.

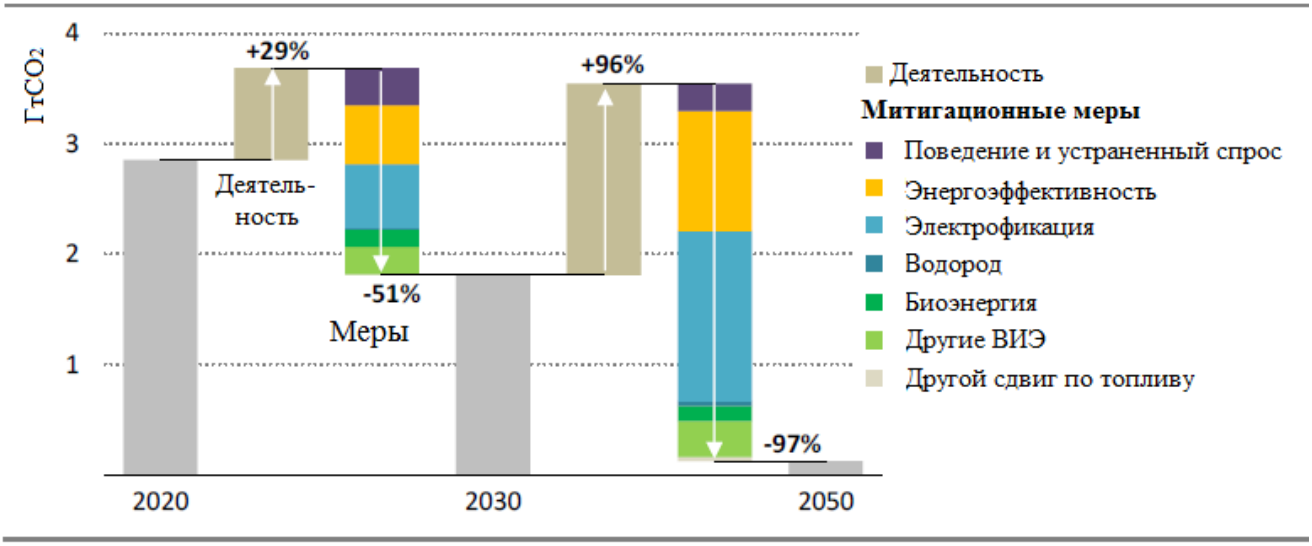


Рисунок 6.4.3.1. Глобальное сокращение прямых выбросов CO_2 за счет мер по смягчению последствий в зданиях в сценарии МЭА [42]

Примечания: Деятельность = изменение спроса на энергетические услуги, связанное с ростом населения, увеличением площади помещений и дохода на душу населения. Поведение = изменение спроса на энергетические услуги в результате решений пользователей, например, изменение температуры нагрева. Устраненный спрос = изменение спроса на энергетические услуги в результате технологических разработок, например, цифровизация.

Быстрый переход к технологиям с нулевым выбросом углерода приведет к тому, что доля ископаемого топлива в энергетическом спросе в строительном секторе снизится до 30% к 2030 году и до 2% к 2050 году. Доля электроэнергии в энергобалансе достигнет почти 50% к 2030 году и 66% к 2050 году по сравнению с 33% в 2020 году. Все конечные потребители сегодня, у которых преобладает ископаемое топливо, все больше электрифицируются, при этом доля электроэнергии для отопления помещений, нагрева воды и приготовления пищи увеличится с менее чем 20% сегодня до более чем 40% в 2050 году.

Централизованное энергетические сети и низкоуглеродные газы, включая топливо на основе водорода, останутся значительными в 2050 году в регионах с высокими потребностями в отоплении, густонаселенным городским населением и существующими газовыми или централизованными тепловыми сетями. Биоэнергия удовлетворяет почти четверть общего спроса на тепло к 2050 году, более 50% биоэнергии используется для приготовления пищи, почти все в странах с формирующимся рынком и развивающихся странах, где к 2030 году 2,7 миллиарда человек получат доступ к экологически чистому приготовлению пищи. Спрос на

отопление помещений снизится на две трети в период с 2020 по 2050 год, что обусловлено повышением энергоэффективности и изменениями в поведении, такими как корректировка заданных значений температуры.

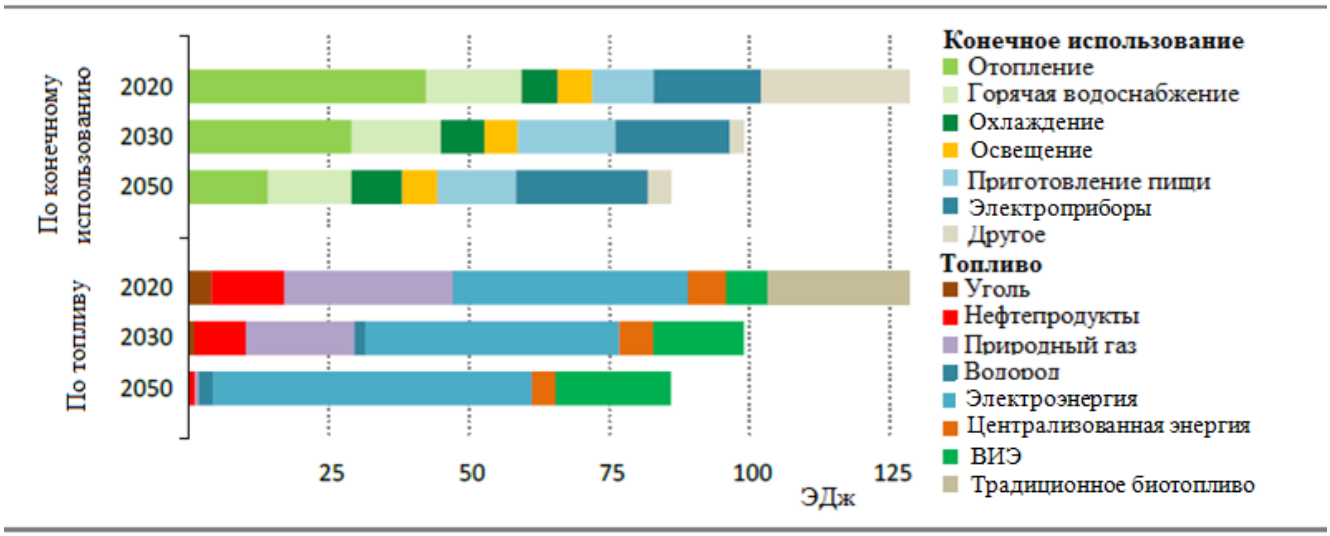


Рисунок 6.4.3.2. Глобальное конечное потребление энергии по видам топлива и конечному использованию в зданиях в сценарии МЭА [42].

Примечание: Прочее включает опреснение и традиционное использование твердой биомассы, не предназначенное для конкретного конечного использования.

Здания с нулевыми выбросами углерода

Декарбонизация строительного сектора требует поэтапного улучшения энергоэффективности и гибкости фонда, а также полного отказа от ископаемого топлива. Для достижения этой цели к 2050 году более 85% зданий должны соответствовать энергетическим нормам строительства с нулевым выбросом углерода. Это означает, что к 2030 году во всех регионах должны быть введены обязательные энергетические кодексы, готовые к нулевому выбросу углерода, для всех новых зданий, а к 2050 году необходимо провести модернизацию большинства существующих зданий, чтобы они могли соответствовать требованиям кодексов энергоэффективности зданий с нулевыми выбросами углерода.

В странах с развитой экономикой темпы модернизации зданий возрастут с менее чем 1% в год сегодня до примерно 2,5% в год к 2030 году: это означает, что ежегодно модернизируется около 10 миллионов зданий. В странах с формирующимся рынком и развивающихся странах срок службы зданий обычно ниже, чем в странах с развитой экономикой, а это означает, что темпы модернизации к 2030 году будут ниже, примерно на 2% в год. Это требует модернизации 20 миллионов зданий год в среднем до 2030 года. Чтобы добиться экономии при минимальных затратах и свести к минимуму сбои, модернизация должна быть комплексной и разовой.

Достижение декарбонизации использования энергии в этом секторе требует, чтобы почти все существующие здания прошли единую глубокую модернизацию к

2050 году, а новое строительство должно было соответствовать строгим стандартам эффективности. Строительные энергетические кодексы, охватывающие новые и существующие здания, являются фундаментальным политическим инструментом, способствующим таким изменениям. Строительные энергетические кодексы в настоящее время существуют или находятся в стадии разработки только в 75 странах, и примерно в 40 из этих стран кодексы являются обязательными как для жилого сектора, так и для сектора услуг. Комплексные строительные нормы и правила, готовые к нулевому выбросу углерода, будут реализованы во всех странах самое позднее к 2030 году.

Здание с нулевым выбросом углекислого газа является очень энергоэффективным и либо использует возобновляемую энергию напрямую, либо использует источники энергии, которые будут полностью декарбонизированы к 2050 году, такие как электричество или централизованное теплоснабжение. Это означает, что здание с нулевым выбросом углерода станет зданием с нулевым выбросом углерода к 2050 году без каких-либо дальнейших изменений в здании или его оборудовании.

Здания, готовые к нулевому выбросу углерода, должны адаптироваться к потребностям пользователей и максимально эффективно и разумно использовать энергию, материалы и пространство, чтобы способствовать декарбонизации других секторов. Ключевые соображения включают в себя:

Объем. Строительные энергетические кодексы, готовые к нулевому выбросу углерода, должны охватывать строительные операции (охват 1 и 2), а также выбросы от производства строительных материалов и компонентов (охват 3).

Использование энергии. Энергетические кодексы зданий с нулевыми выбросами углерода, должны признать важную роль, которую пассивные конструктивные особенности, усовершенствование ограждающих конструкций зданий и высокоэнергетическое оборудование играют в снижении спроса на энергию, снижая как эксплуатационные расходы зданий, так и затраты на декарбонизацию энергоснабжения.

Энергоснабжение. По возможности, новые и существующие здания, с нулевыми выбросами углерода, должны интегрировать доступные на местном уровне возобновляемые ресурсы, например, солнечные тепловые, солнечные фотоэлектрические, фотоэлектрические тепловые и геотермальные, чтобы снизить потребность в энергоснабжении коммунальных предприятий. Для поддержки местного производства энергии может потребоваться накопление тепловой или аккумуляторной энергии.

Интеграция с энергосистемами. Энергетические кодексы зданий с нулевыми выбросами углерода, требуют, чтобы здания стали гибким ресурсом для энергетической системы, используя возможности подключения и автоматизации для управления спросом на электроэнергию в зданиях и работой устройств хранения энергии, включая электромобили.

Цепочка добавленной стоимости зданий и строительства. Строительные энергетические кодексы зданий с нулевыми выбросами углерода, также должны быть нацелены на нулевые чистые выбросы от использования материалов в зданиях. Стратегии повышения эффективности использования материалов могут

сократить спрос на цемент и сталь в строительном секторе более чем на треть по сравнению с базовыми тенденциями, а выбросы могут быть дополнительно сокращены за счет более активного внедрения биологических и инновационных строительных материалов.

Отопление и кондиционирование

Улучшения ограждающих конструкций зданий при модернизации и новых зданиях с нулевыми выбросами углерода будут обеспечивать большую часть снижения энергоемкости отопления и кондиционирования, но технологии также вносят значительный вклад. Отопление помещений трансформируется: доля домов, отапливаемых природным газом, упадет с почти 30% от общего числа сегодня до менее 0,5% в 2050 году, в то время как доля домов, использующих электричество для отопления, вырастет с почти 20% от общего числа сегодня до 35% в 2050 году. 2030 г. и около 55% в 2050 г. Высокоэффективные электрические тепловые насосы становятся основной технологией для отопления помещений, при этом количество установок тепловых насосов во всем мире в месяц вырастет с 1,5 миллионов сегодня до примерно 5 миллионов к 2030 году и 10 миллионов к 2050 году. Гибридные тепловые насосы также используются в некоторых странах с холодным климатом, но удовлетворят не более 5% спроса на отопление в 2050 году.

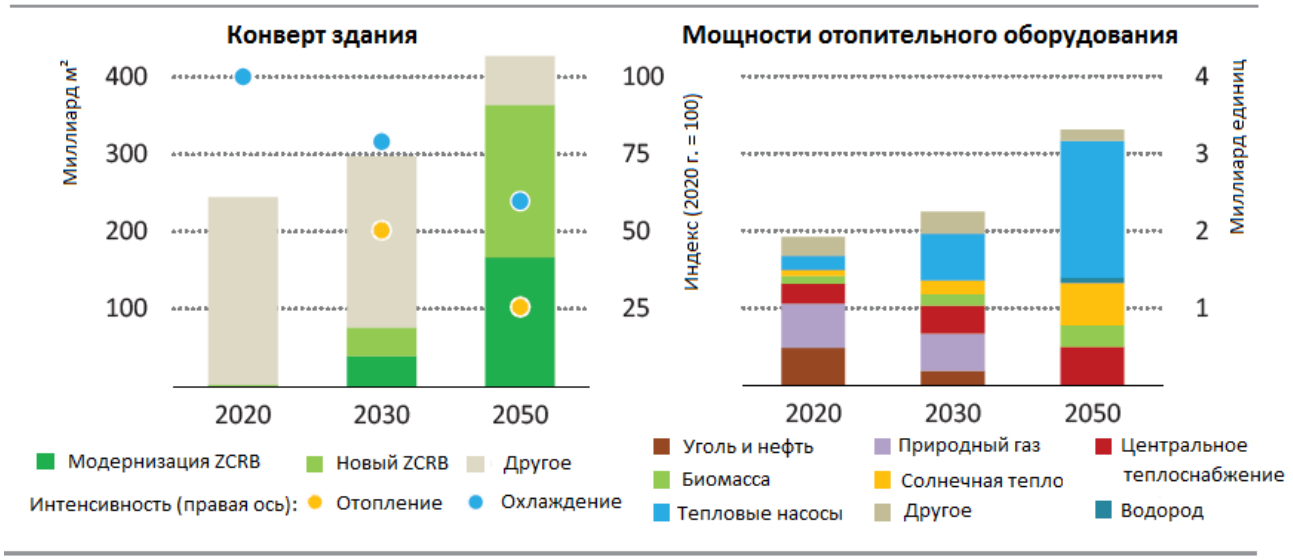


Рисунок 6.4.3.3. Глобальное сокращение прямых выбросов CO_2 за счет мер по смягчению последствий в зданиях в сценарии МЭА [42]

Примечания: ZCRB относится к зданиям, отвечающим энергетическим нормам строительства с нулевыми выбросами углерода. «Другое» в графике с конвертами зданий относится к оболочкам, которые не соответствуют строительным энергетическим нормам, обеспечивающим нулевой выброс углерода. «Другое» в мощностях отопительного оборудования включает резистивные нагреватели, а также гибридные и газовые тепловые насосы.

К 2050 году более 85% зданий будут с нулевыми выбросами углерода, что снизит среднюю полезную интенсивность отопления на 75%, а тепловые насосы будут удовлетворять более половины потребностей в отоплении.

Однако не все здания лучше всего декарбонизируются с помощью тепловых насосов, но биоэнергетические котлы, солнечная тепловая энергия, централизованное теплоснабжение, низкоуглеродистые газы в газовых сетях и водородные топливные элементы — все они играют роль в обеспечении готовности зданий к нулевым выбросам углерода к 2050 году. Биоэнергетика обеспечит 10% потребностей в отоплении помещений к 2030 году и более 20% к 2050 году. В сценарии МЭА она удовлетворяет 35% спроса к 2050 году по сравнению с 7% сегодня. Сети централизованного теплоснабжения остаются привлекательным вариантом для многих компактных городских центров, где установка тепловых насосов нецелесообразна. Они будут обеспечивать более 20% конечного спроса на энергию для отопления помещений в 2050 году по сравнению с чуть более 10% сегодня.

С 2025 года не будут продаваться новых угольных и жидкотопливных котлов. Продажи газовых котлов упадут более чем на 40% от текущего уровня к 2030 году и на 90% к 2050 году. К 2025 году любые продаваемые газовые котлы будут способны сжигать 100% водорода и, следовательно, будут готовы к нулевому выбросу углерода. Доля низкоуглеродных газов (водород, биометан, синтетический метан) в газе, подаваемом в здания, вырастет с почти нуля до 10% к 2030 году и превысит 75% к 2050 году.

Здания, соответствующие стандартам энергоэффективности зданий с нулевыми выбросами углерода, снижают потребность не только в отоплении помещений, но и в их охлаждении – наиболее быстрорастущем конечном потреблении в зданиях с 2000 года. На охлаждение помещений приходится лишь 5% от общего объема энергии в зданиях. Охлаждение во всем мире сильно вырастет в ближайшие десятилетия из-за роста доходов и более жаркого климата. В 2050 году кондиционеры будут иметь 60% домохозяйств по сравнению с 35% в 2020 году. Высокоэффективные оболочки зданий, включая биоклиматические конструкции и изоляцию, могут снизить потребность в охлаждении помещений на 30-50%, одновременно обеспечивая устойчивость во время экстремальной жары. Спрос на электроэнергию для охлаждения помещений ежегодно растет на 1% и к 2050 году достигнет 2500 ТВтч. Без экономии 2 000 ТВтч за счет улучшения ограждающих конструкций жилых зданий и более эффективного оборудования спрос на охлаждение помещений был бы почти вдвое выше.

Электроприборы и освещение

Электроприборы и освещение станут намного более эффективными в течение следующих трех десятилетий благодаря мерам и техническим достижениям. К 2025 году более 80% всех приборов и кондиционеров, продаваемых в странах с развитой экономикой, будут представлять собой лучшие доступные сегодня на этих рынках технологии, и эта доля увеличится до 100% к середине 2030-х годов. В странах с формирующимся рынком и развивающихся странах, на которые к 2050 году будет

приходиться более половины бытовой техники и кондиционеров, предполагается действия в течение следующего десятилетия, которые приведут к тому, что 80% оборудования, проданного на этих рынках в 2030 году, будет таким же эффективным, как и использование лучших доступных технологий в странах с развитой экономикой сегодня и увеличится почти до 100% к 2050 году. Доля светодиодных ламп в общем объеме продаж лампочек достигнет 100% к 2025 году во всех регионах. Минимальные стандарты энергоэффективности дополняются требованиями по интеллектуальному управлению электроприборами, чтобы облегчить реагирование на стороне спроса во всех регионах.

Использование энергии в зданиях будет все больше ориентироваться на электрическое, электронное и подключенное оборудование и приборы. Доля электроэнергии в энергопотреблении в зданиях вырастет с 33% в 2020 году до примерно двух третей в 2050 году, при этом многие здания включают децентрализованное производство электроэнергии с использованием местных солнечных фотоэлектрических панелей, аккумуляторов и зарядных устройств для электромобилей. За тот же период количество жилых домов с солнечными фотоэлектрическими панелями увеличилось с 25 миллионов до 240 миллионов. Интеллектуальные системы управления меняют гибкое использование электроэнергии во времени, чтобы оно соответствовало выработке электроэнергии из местных возобновляемых источников энергии или обеспечивало гибкость энергосистемы, в то время как оптимизированные домашние аккумуляторы и зарядка электромобилей позволяют домохозяйствам взаимодействовать с сетью. Эти разработки помогают повысить безопасность электроснабжения и снизить стоимость энергетического перехода, упрощая и удешевляя интеграцию возобновляемых источников энергии в систему.

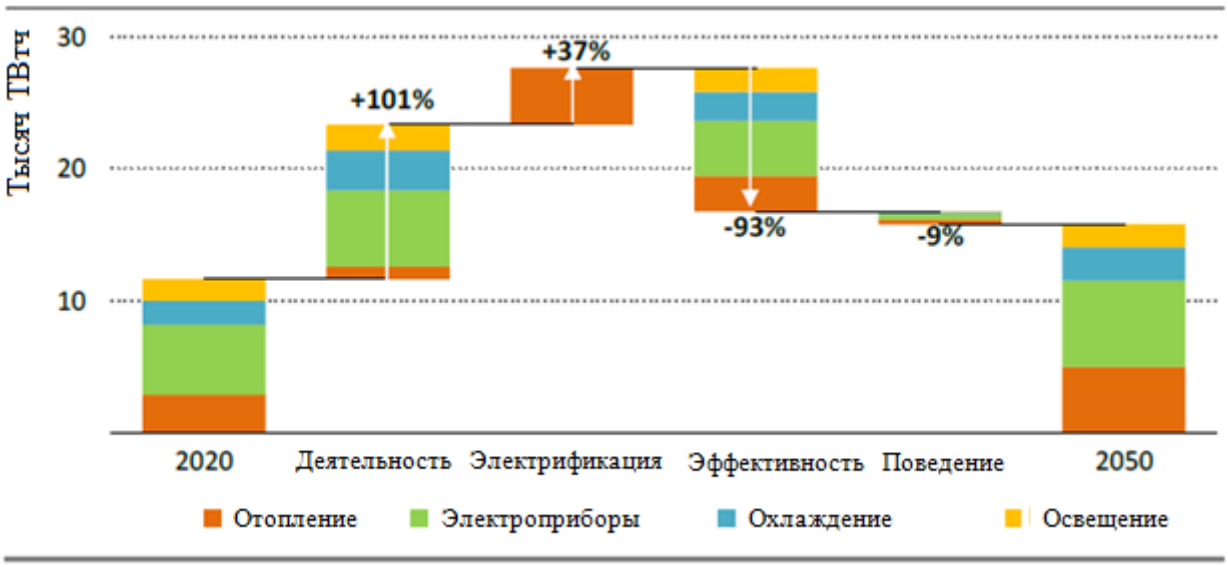


Рисунок 6.4.3.4. Глобальное изменение спроса на электроэнергию по конечному потреблению в секторе зданий в сценарии МЭА [42]

Энергоэффективность имеет решающее значение для смягчения роста спроса на электроэнергию для бытовой техники и кондиционирования воздуха, при этом экономия более чем компенсирует воздействие электрификации тепла.
Ключевые этапы и точки принятия решений представлены в таблице ниже.

Таблица 6.4.3.1. Ключевые вехи трансформации сектора зданий

Категория			
Новые здания * С 2030 года: все новые здания готовы к нулевому выбросу углерода.			
Существующие здания * С 2030 года: каждый год 2,5% зданий будут переоборудованы для обеспечения нулевого уровня выбросов углерода.			
Категория	**2020**	**2030**	**2050**
Здания			
Доля существующих зданий, модернизированных до уровня готовности к нулевому выбросу углерода	<1%	20%	>85%
Доля строительства новых зданий с нулевым выбросом углерода	5%	100%	100%
Отопления и охлаждение			
Запас тепловых насосов (млн шт.)	180	600	1800
Миллионы домов, использующих солнечную энергию	250	400	1200
Избегание потребности в энергии в жилых домах за счет поведения	n.a.	12%	14%
Электроприборы и освещение			
Бытовая техника: удельное энергопотребление (индекс 2020 г. = 100)	100	75	60
Освещение: доля светодиодов в продажах	50%	100%	100%
Доступ к энергии			
Население, имеющее доступ к электроэнергии (млрд человек)	7.0	8.5	9.7
Население, имеющее доступ к экологически чистым продуктам питания (млрд человек)	5.1	8.5	9.7
Энергетическая инфраструктура в зданиях			
Распределенная солнечная фотоэлектрическая генерация (ТВтч)	320	2200	7500
Частные зарядные устройства для электромобилей (млн единиц)	270	1400	3500

В ближайшее время необходимы правительственные решения по энергетическим кодексам и стандартам для зданий, постепенному отказу от ископаемого топлива, использованию низкоуглеродных газов, ускорению модернизации и финансовым стимулам для поощрения инвестиций в энергетический переход для сектора зданий и строительства. Решения будут наиболее эффективными, если они будут сосредоточены на декарбонизации всей цепочки создания стоимости, принимая во внимание не только здания, но также энергетические и инфраструктурные сети, которые их снабжают, а также более широкие соображения, включая роль строительного сектора и городского планирования. Такие решения, вероятно, принесут более широкие выгоды, особенно в плане сокращения топливной бедности.

Необходимы краткосрочные действия правительства, чтобы гарантировать, что здания с нулевыми выбросами углерода станут новой нормой во всем мире до 2030 года как для нового строительства, так и для модернизации. Это требует от правительств принять меры до 2025 года, чтобы гарантировать, что строительные

энергетические кодексы, соответствующие требованиям нулевого уровня выбросов углерода, будут реализованы не позднее 2030 года. Хотя эта цель применима ко всем регионам, способы создания зданий с нулевым выбросом углерода значительно различаются в зависимости от региона и климатической зоны, и то же самое верно для стратегий технологий отопления и охлаждения. Правительствам следует подумать о том, чтобы проложить путь и сделать общественные здания готовыми к нулевому выбросу углерода в ближайшее десятилетие.

Правительствам необходимо будет найти способы сделать новые здания и модернизированные здания с нулевым выбросом углерода доступными и привлекательными для владельцев и жильцов, преодолев финансовые барьеры, устранив барьеры в виде разделенных стимулов и сводя к минимуму нарушения в использовании зданий. Создание сертификатов энергоэффективности, договоров зеленой аренды, финансирование зеленых облигаций и модели «плати по мере экономии» — все это может сыграть свою роль.

Сделать модернизацию зданий с нулевым уровнем выбросов углекислого газа центральным элементом стратегии восстановления экономики в начале 2020-х годов — это беспроигрышный шаг, позволяющий дать толчок прогрессу на пути к строительному сектору с нулевым уровнем выбросов. Упущение возможности сделать использование энергии в зданиях более эффективным приведет к увеличению спроса на электроэнергию, связанному с электрификацией энергопотребления в секторе зданий, и сделает декарбонизацию энергетической системы значительно более сложной и дорогостоящей.

Декарбонизация отопления в существующих зданиях основана на глубокой модернизации большей части существующего фонда зданий. Для того, чтобы к 2050 году почти все здания соответствовали строительным энергетическим нормам, готовым к нулевому выбросу углерода, к 2030 году потребуются темпы модернизации на уровне 2,5% каждый год, по сравнению с менее чем 1% сегодня. Модернизация может потребовать больших первоначальных инвестиций и может столкнуться с трудностями при получении разрешений. Эти проблемы делают достижение необходимых темпов и глубины модернизации в ближайшие годы самой большой проблемой.

Любая задержка в достижении 2,5% ежегодного объема модернизации к 2030 году потребует такого резкого последующего увеличения, что сделает модернизацию подавляющего большинства зданий к 2050 году практически невозможной. Задержка на десять лет в ускорении модернизации приведет к увеличению спроса на энергию для отопления жилых помещений на 25% и спроса на охлаждение помещений более чем на 20%, что приведет к увеличению спроса на электроэнергию на 20% в 2050 году. Это создаст дополнительную нагрузку на энергетический сектор, которому потребуется установить больше низкоуглеродных генерирующих мощностей. Политика и переход на другие виды топлива по-прежнему будут снижать спрос на ископаемое топливо в случае отложенной модернизации, но к 2050 году будет сожжено еще 15 ЭДж ископаемого топлива, что приведет к выбросу 1 Гт CO_2.

Правительствам необходимо разработать политику в отношении угольных и нефтяных котлов и печей для отопления помещений и воды, которые больше не

будут продаваться с 2025 года. Также необходимо принять меры для обеспечения того, чтобы новые газовые котлы могли работать на низкоуглеродистых газах (на водороде) в сетях декарбонизированного газа.

Это ставит во главу угла наличие привлекательных альтернатив котлов, которые постепенно выводятся из эксплуатации, включая использование тепловых насосов, эффективных дровяных печей, централизованной энергетики, солнечных фотоэлектрических, солнечных тепловых и других технологий возобновляемой энергии. Какие альтернативы являются лучшими, будет в некоторой степени зависеть от местных условий, но в большинстве случаев электрификация будет наиболее энергоэффективным и экономически эффективным вариантом с низким уровнем выбросов углерода, а декарбонизация и расширение районных энергетических сетей, вероятно, будут иметь смысл там, где позволяет плотность населения. Использование биометана или водорода в существующих или модернизируемых газовых сетях может быть лучшим вариантом в тех регионах, где более эффективные альтернативы невозможны.

Правительствам также предстоит принять решения по минимальным стандартам энергоэффективности. Ожидается, что все страны введут минимальные стандарты энергоэффективности для всех основных категорий бытовой техники, установленные на самых строгих уровнях, преобладающих в странах с развитой экономикой, самое позднее к 2025 году. Среди прочего, это будет означать прекращение к тому времени продажи ламп накаливания, галогенных и компактных люминесцентных ламп. Установка минимальных стандартов энергоэффективности на нужном уровне потребует тщательного планирования; международное сотрудничество для согласования стандартов и целей может сыграть полезную роль в снижении затрат.

Системный характер декарбонизации означает, что стратегии и политика в отношении зданий будут работать лучше всего, если они будут согласованы с теми, которые принимаются в отношении энергосистем, городского планирования и мобильности. Это поможет обеспечить успешное расширение интегрированных в здания фотоэлектрических технологий, аккумуляторных батарей и интеллектуального управления, чтобы сделать здания активными поставщиками услуг для сетей. Это также поможет способствовать развертыванию интеллектуальной инфраструктуры зарядки электромобилей. Политика, стимулирующая плотное и смешанное городское планирование в сочетании с легким доступом к местным услугам и общественному транспорту, может снизить зависимость от личных транспортных средств. Существует также связь между стратегиями строительства и мерами по сокращению выбросов углекислого газа при новом строительстве, которые к 2050 году снизятся на 95%.

Сценарии Net Zero BP

Согласно сценарию от BP, сегодня на отопление приходится около 50% энергии, используемой в зданиях, причем наиболее часто используемым топливом является природный газ. На приготовление пищи приходится 25% потребляемой

энергии, причем в странах с развивающейся экономикой преобладает неэффективное использование традиционной биомассы.

Наибольшая потребность в энергии в жилых и коммерческих зданиях во всем мире приходится на отопление помещений и воду, которые в совокупности составляют почти 50% энергии, используемой в зданиях. Энергия для приготовления пищи составляет еще 25%, а остальная часть в основном используется для бытовой техники, освещения и охлаждения помещений.

Природный газ является наиболее широко используемым топливом для отопления помещений и воды, на его долю в 2019 году пришлось 44%, что примерно в четыре раза больше, чем у других альтернатив: доля электроэнергии, нефти, централизованного теплоснабжения и традиционной биомассы составляет примерно 10%.

В общей потребности в энергии для приготовления пищи в настоящее время преобладает использование традиционной биомассы в развивающихся странах (62%) из-за неэффективности ее использования в традиционных печах (которые примерно в пять раз менее эффективны, чем, например, газовые плиты). Нефть, обычно в виде сжиженного нефтяного газа или керосина, и природный газ также являются широко используемыми видами топлива.

Услуги, необходимые в зданиях, значительно различаются в зависимости от региона из-за различий в погодных условиях. Например, в России и ЕС около 60% энергии в зданиях требуется для отопления помещений, в то время как в более теплом климате потребность в отоплении помещений невелика или вообще отсутствует.

В более теплых регионах существуют различия также в зависимости от доходов: страны с низкими доходами, такие как Индия, используют большую часть своей энергии в зданиях для приготовления пищи (из-за их зависимости от неэффективной традиционной биомассы), в то время как страны с более высокими доходами, такие как Саудовская Аравия, могут использовать большую часть энергии для охлаждения помещений.

На глобальном уровне охлаждение помещений составляет лишь 6% энергопотребления зданий. Это связано с низким уровнем владения кондиционерами во многих самых теплых регионах мира из-за низких доходов. Поскольку доходы в этих регионах увеличиваются по сравнению с прогнозом, число домохозяйств, оснащенных системами охлаждения помещений, быстро растет, что способствует росту спроса на электроэнергию.

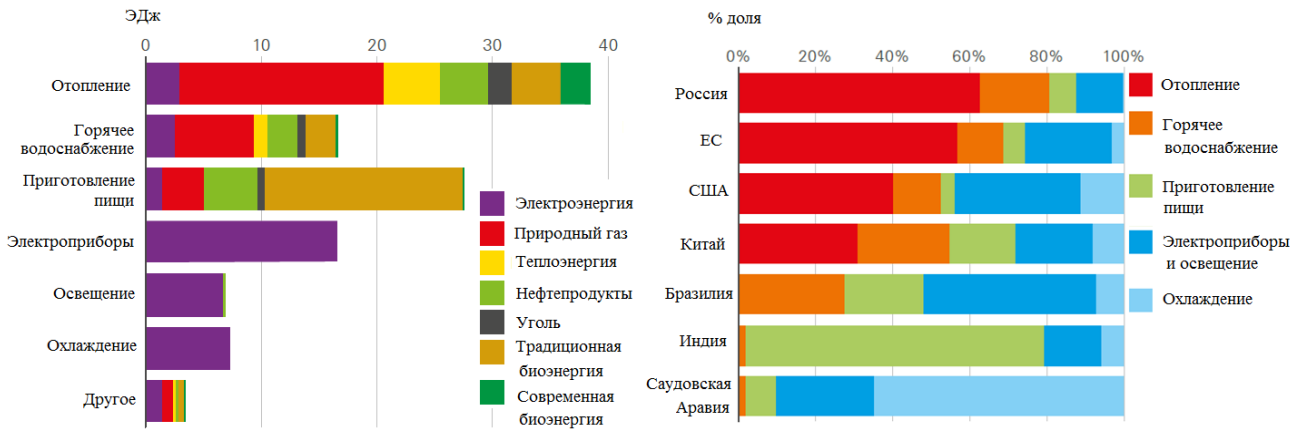


Рисунок 6.4.3.5. Конечное потребление энергии в зданиях по регионам и по секторам в сценарии BP в 2019 году [44].

В сценарии BP, рост спроса на энергию в зданиях замедляется, поскольку приборы для отопления помещений и приготовления пищи становятся более эффективными, а энергосбережение увеличивается. Доля электроэнергии в энергетическом балансе растет по мере того, как котлы, работающие на ископаемом топливе, заменяются тепловыми насосами, а рост доходов в странах с развивающейся экономикой приводит к более широкому использованию систем кондиционирования воздуха и постепенному отказу от традиционной биомассы.

Потребление энергии в зданиях в развитых странах снижается во всех сценариях из-за повышения энергоэффективности. Во многом это связано с рядом различных мер по энергосбережению (изоляция, интеллектуальные счетчики, поведение жителей) и более эффективными приборами (включая системы отопления и охлаждения). Увеличение использования солнечной энергии и отходящего тепла через тепловые сети также снижает потребность в других источниках энергии.

Топливный баланс зданий в развитых регионах постепенно электрифицируется, в основном за счет замены газовых котлов тепловыми насосами, хотя доля тепла от централизованных тепловых сетей и современной биоэнергетики (биометан и биомасса, такая как древесные гранулы) также увеличивается. Роль водорода ограничена.

Из-за эффективности тепловых насосов, где примерно одна единица электроэнергии заменяет три единицы природного газа, по мере увеличения доли электроэнергии в энергобалансе общий спрос на энергию для отопления падает. Это снижение усиливается дополнительными мерами по энергосбережению, которые не приводят к абсолютному увеличению спроса на электроэнергию в развитых странах во всех трех сценариях, несмотря на значительное увеличение доли электроэнергии. Наибольшее снижение энергетических показателей приходится на спрос на природный газ, который существенно упадет к 2050 году.
В странах с развивающейся экономикой спрос на энергию в зданиях достигнет пика между 2025 и 2035 годами, что обусловлено постепенным отказом от неэффективной традиционной биомассы, при этом примерно один джоуль (Дж)

сжиженного нефтяного газа, природного газа, современной биоэнергетики или электричества будет вытеснен между 4 Дж и 8 Дж традиционной биомассы.

Этот эффект компенсирует сильный рост спроса на энергию, поскольку растущие доходы стимулируют рост производства электроэнергии для бытовой техники, освещения и кондиционирования воздуха. Спрос на энергию в странах с развивающейся экономикой, исключая традиционную биомассу, вырастет на 15% в период с 2019 по 2050 год.

В ближайшие несколько лет сжиженный нефтяной газ и природный газ будут играть переходную роль в качестве альтернативы традиционной биомассе, при этом спрос на газ в развивающихся странах достигнет пика примерно в 2030 году.

Но поскольку климатическое давление возрастает, оставшиеся ископаемые виды топлива постепенно заменяются электричеством, современной биоэнергетикой, солнечной энергией и централизованным отоплением, как и в развитых странах.

Сценарии Sky 1.5 от Shell

Согласно сценарию Sky 1.5 от Shell, ожидается, что к 2060-м годам здания будут в значительной степени электрифицированы.

На здания приходится около четверти конечного энергопотребления, которое в настоящее время обеспечивается целым рядом источников. Сегодня электричество удовлетворяет около 40% этого спроса, но к 2050 году в Sky 1.5 этот показатель превысит 80%. Этому будут способствовать ужесточение строительных стандартов, требующих электрификации, лучшей изоляции для снижения потребностей в отоплении и охлаждении, а также более широкое использование современных эффективных технологий в системах освещения, отопления и вентиляции. В развивающихся странах достижение целей устойчивого развития ООН приведет к быстрому переходу от традиционной биомассы к электроэнергии.

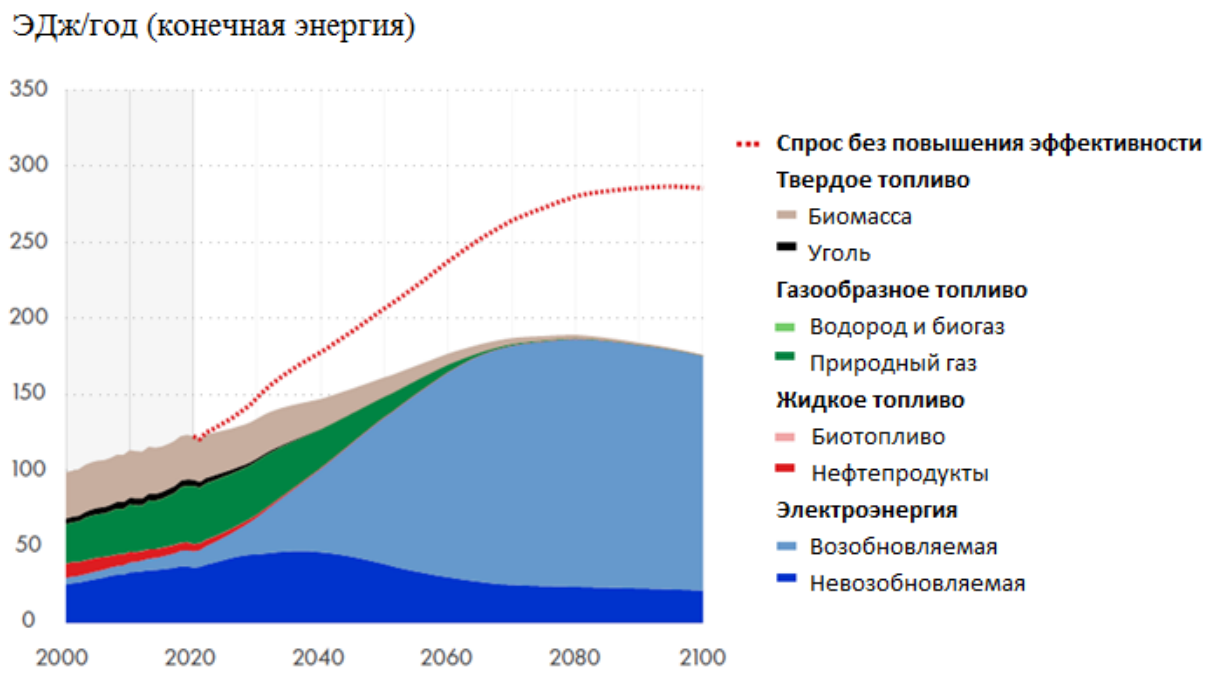


Рисунок 6.4.3.6. Конечное потребление энергии в зданиях – сценарий Sky 1.5 от Shell [45].

6.4.4. Сектор строительства и здании и предложения по совершенствованию проводимых государством политик

Ниже сформулированы тренды, которые были выявлены на основе анализа, приведенного выше.

Площадь зданий в мире значительно будет расширяется, но выбросы от них будут сокращаться. Площадь жилых помещений в секторе зданий во всем мире увеличится на 75% в период с 2020 по 2050 год, из которых 80% приходится на страны с формирующимся рынком и развивающиеся страны. Несмотря что большая часть зданий в развитых странах останется в эксплуатации до 2050 года, глобальные выбросы углерода ожидаются сократиться настолько, что почти полностью нейтрализуют свой углеродный след. Такой прогресс будет достигнут за счет комплексных мер, включая уменьшение выбросов CO2 на квадратный метр новостроек и существенное сокращение использования цемента и стали. Это станет возможным благодаря эффективному использованию материалов на всех этапах жизненного цикла здания, от проектирования до сноса.

Энергоэффективность и электрификация выступают в качестве основополагающих элементов декарбонизации. Энергоэффективность и электрификация выступают в качестве основополагающих элементов снижения выбросов парниковых газов, при этом внимание уделяется не только новым, но и существующим зданиям. Усовершенствованные строительные оболочки, тепловые насосы и энергоэффективные приборы вместе с биоклиматическим проектированием и экономией в использовании материалов помогут достичь этих

целей. Цифровизация и интеллектуальные системы управления дополнительно повысят эффективность, способствуя еще большему сокращению выбросов.

Изменения поведения использования зданий будут влиять на выбросы парниковых газов. Поведенческие изменения будут играть значимую роль, включая адаптацию настроек отопления и водоснабжения, а также повседневные действия, такие как стирка в холодной воде и сушка белья на веревке. Эти меры, хотя кажутся небольшими, вносят значительный вклад в общие усилия по сокращению углеродных выбросов и поддержке декарбонизации электроснабжения.

Внедрение обязательных энергетических кодексов для новых зданий с нулевыми выбросами парниковых газов. В рамках усилий по декарбонизации строительного сектора нацеливается на переход к энергоэффективным и гибким зданиям, исключая использование ископаемого топлива. Основной задачей является приведение более 85% зданий в соответствие с энергетическими нормами строительства с нулевым выбросом углерода к 2050 году. Ключевым этапом на этом пути является внедрение обязательных энергетических кодексов, которые будут готовы к нулевому выбросу углерода для всех новых зданий к 2030 году, и последующая модернизация большинства существующих зданий к 2050 году. В странах с развитой экономикой это потребует ускорения темпов модернизации с текущих менее 1% до примерно 2,5% в год к 2030 году. В странах с развивающимися рынками и развивающихся странах, где здания обычно имеют меньший срок службы, темпы модернизации к 2030 году будут около 2% в год, что потребует обновления примерно 20 миллионов зданий ежегодно. К 2050 году более 85% зданий будут с нулевыми выбросами углерода, что снизит среднюю полезную интенсивность отопления на 75%, а тепловые насосы будут удовлетворять более половины потребностей в отоплении.

Улучшении ограждающих конструкций зданий. Декарбонизация строительного сектора сфокусирована на улучшении ограждающих конструкций зданий, что способствует существенному сокращению энергопотребления для отопления и кондиционирования. Переход к энергоэффективности ведётся параллельно с трансформацией систем отопления, где сокращается использование природного газа и возрастает доля электрического отопления, в частности за счёт внедрения эффективных тепловых насосов. Во всем мире увеличится число тепловых насосов, а в ряде стран с холодным климатом распространяются гибридные тепловые насосы.

Прекращение производства угольных и жидкотопливных котлов. К 2025 году, ожидается что прекратятся продажи новых угольных и жидкотопливных котлов, а продажи газовых котлов заметно снизятся. Все новые газовые котлы будут способны сжигать водород, готовясь к эре нулевого выброса углерода. Изменения в газоснабжении зданий также будут стремиться к увеличению доли низкоуглеродных газов, включая водород и биометан, что позволит к 2050 году достичь значительной декарбонизации этого сегмента.

Энергоэффективность бытовой техники и систем освещения существенно возрастёт благодаря техническому прогрессу и новым стандартам. К 2025 году большинство приборов и кондиционеров в странах с

развитой экономикой будут использовать технологии, которые являются наиболее энергоэффективными на сегодняшний день, и к 2030-м годам такие устройства станут стандартом. В развивающихся странах также наметится значительный прогресс: к 2030 году 80% продаваемой бытовой техники будет соответствовать современным стандартам энергоэффективности развитых стран, и эта доля приблизится к 100% к 2050 году. Светодиодные лампы заменят традиционные источники света почти повсеместно, благодаря своей высокой эффективности и долговечности. Кроме того, минимальные стандарты энергоэффективности будут дополнены требованиями к умным функциям управления для приборов, позволяя лучше адаптировать потребление энергии к изменениям в спросе и предложении, особенно в контексте возрастающего внедрения возобновляемых источников энергии.

Развитие маломасштабных мощностей ВИЭ. Увеличение числа домов с солнечными панелями с 25 миллионов до 240 миллионов за период до 2050 года подчеркивает тенденцию к децентрализации энергетического производства и повышению автономности потребителей. Интеллектуальное управление потреблением и возможности аккумулирования энергии значительно повышают эффективность использования локально вырабатываемой энергии, обеспечивая при этом более гибкую и устойчивую энергосистему. Это, в свою очередь, облегчает интеграцию возобновляемых источников энергии, снижает общие затраты на энергетический переход и повышает энергобезопасность.

6.5. Сектор сельского и лесного хозяйства и других видов землепользования

Сектор сельского хозяйства производит только 1% выбросов CO_2, но при этом 38% метана и 79% оксида азота. Хоть выбросы углекислого газа незначительны, метан, производимый сельским хозяйством, играет большую роль в глобальном потеплении. Лесное хозяйство и другое землепользование производит 14% всех выбросов CO_2 и по 5% метана и оксида азота. В совокупности сектор сельского хозяйства, лесного хозяйства и других видов землепользования (СХЛХДВЗ) произвели более 22% всех выбросов парниковых газов в 2019 году [40]. Для достижения целей Парижского соглашения к 2050 году сельское хозяйство должно снизить свои выбросы до 3.1 Гт CO_2-экв, что примерно равно 80% сокращению. При этом только 38% выбросов парниковых газов в сфере сельского хозяйства учтены в определяемых на национальном уровне вкладах [49].

В сценариях декарбонизации, рассмотренных в отчете, из-за их нацеленности на энергетику сектор СХЛХДВЗ рассматривается в основном как источник биотоплива и естественный способ улавливания и удаления CO_2 из атмосферы. Хоть в этом секторе есть потенциал для декарбонизации других секторов, для достижения целей Парижского соглашения необходимо также сокращать выбросы. Декарбонизация СХЛХДВЗ имеет значительные отличия от сферы энергетики, поэтому для анализа взяты дополнительно публикации по декарбонизации от Европейского Агентства по Окружающей Среде (European Environment Agency EEA) и McKinsey [49][50][51].

Сокращение выбросов в сельском хозяйстве создает проблемы из-за диффузного характера сельского хозяйства и решающей роли сельского хозяйства в жизни (и средствах к существованию) миллиардов людей. Сокращение выбросов в сельском хозяйстве требует действий со стороны более двух миллиардов человек, занятых в сельском хозяйстве, или четверти мирового населения. Большинство фермеров работают на небольших фермах в развивающихся странах. Фактически, фермы площадью 2 гектара или меньше производят от 30 до 34 процентов продовольственных запасов и составляют около 75% ферм. Эта фрагментация способствует медленным темпам изменений в сельском хозяйстве, особенно когда речь идет о новых технологиях. Сельское хозяйство также играет центральную роль в обеспечении средств к существованию и поддержке экономического развития. Во всем мире 65% работающего населения с низкими доходами зарабатывают на жизнь сельским хозяйством. Таким образом, риск неудачи или более низких урожаев в краткосрочной перспективе – даже ради долгосрочных выгод – является неприемлемым для многих фермеров [49].

Снижение выбросов в секторе сельского хозяйства невозможно без поведенческих изменений населения земли, включая снижение потребления животного мяса и сокращение пищевых отходов. Среднее мировое потребление мяса (в основном, говядины и баранины) в 3 раза больше рекомендуемых норм, и 1/3 всего произведенного продовольствия выбрасывается впустую. Изменения только в этих двух сферах могло бы привести к значительным сокращениям выбросов парниковых газов.

Рисунок 6.5.1 показывает возможное развитие сферы СХЛХДВЗ в сценарии Net Zero NFGS [41]. Рост производства сельхозпродукции не приводит к росту выбросов метана за счет внедрения различных мер по уменьшению выбросов. При этом за счет восстановления лесов и декарбонизации получается сделать СХЛХДВЗ сектором, поглощающим выбросы CO_2.

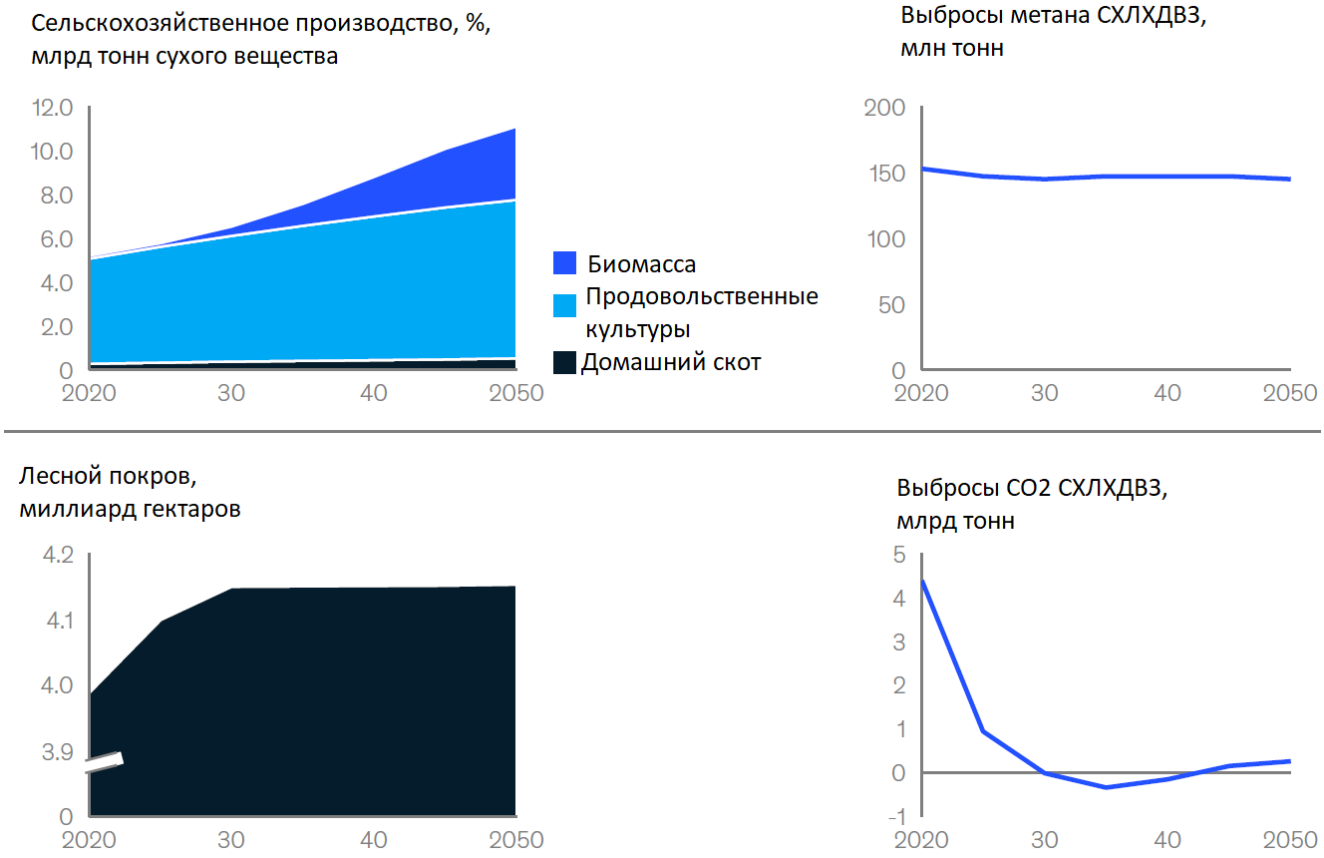


Рисунок 6.5.1. Тренды СХЛХДВЗ в сценарии Net Zero NFGS [41].

Основные меры для снижения выбросов СХЛХДВЗ, рассмотренные в сценарии McKinsey, включают [41]:

- Внедрение техники с нулевым уровнем выбросов, включая тракторы, комбайны и сушильную технику.
- Изменение методов кормления и разведения животных, например, использование кормовых добавок, которые подавляют выбросы метана.
- Улучшение методов удобрения посевных почв.
- Изменение диеты населения земли с мяса на продукты растительного происхождения или источники животного белка с низким уровнем выбросов, такие как птица.
- Улучшение цепочки поставок и изменение поведения потребителей для сокращения пищевых отходов. Это поможет снизить выбросы за счет снижения производимого продовольствия.
- Восстановление лесов (Рисунок 6.5.1).
- Защита лесов и предотвращение вырубки лесов.
- Восстановление водно-болотных угодий (включая торфяники, водно-болотные угодья вечной мерзлоты, а также прибрежные и пресноводные водно-болотные угодья). Их восстановление имеет такой же потенциал по поглощению углерода, как и восстановление лесов, и в некоторых случаях может быть более экономически выгодным.

Эти меры описаны более детально в секторальном отчете McKinsey, где предоставлено сравнение 28 различных мер по декарбонизации СХЛХДВЗ [50]. Многие из этих мер в долгосрочной перспективе могут привести к экономии помимо значительных снижений выбросов. Это означает, что при правильном менеджменте достижение более устойчивого будущего для сельского хозяйства, сохраняя при этом средства к существованию фермеров, вполне осуществимо. Согласно анализу McKinsey, уже существующие технические меры и практики в сельском хозяйстве могут привести к 20% сокращению выбросов, если будут внедрены более массово. Остальное сокращение, необходимое для достижения целей Парижского соглашения, зависят от поведенческих изменений, инновации и коммерциализация перспективных технологий и снижения цен на существующие технологии.

Обзор от EEA декарбонизации сельского хозяйства в Европейском Союзе предоставляет данные по потенциальной декарбонизации агропродовольственной системы в рамках циркулярной экономики [51]. На Рисунке 6.5.2 показаны исторические и прогнозируемые выбросы парниковых газов в секторе сельского хозяйства в ЕС с 1990 по 2040 год. Как видно из графика, основными источниками выбросов являются скот и сельскохозяйственные почвы. В графике отмечены прогнозируемые выбросы с текущими мерами и выбросы при внедрении планируемых мер по декарбонизации. При использовании только текущих мер снижение парниковых газов составит всего лишь 1.5% к 2040 году, а при внедрении планируемых мер – 5%. Эти показатели не достаточны для достижения чистого нуля в ЕС к 2050 году, поэтому необходимо внедрение и развитие дополнительных мер для ускорения снижения парниковых газов в СХЛХДВЗ.

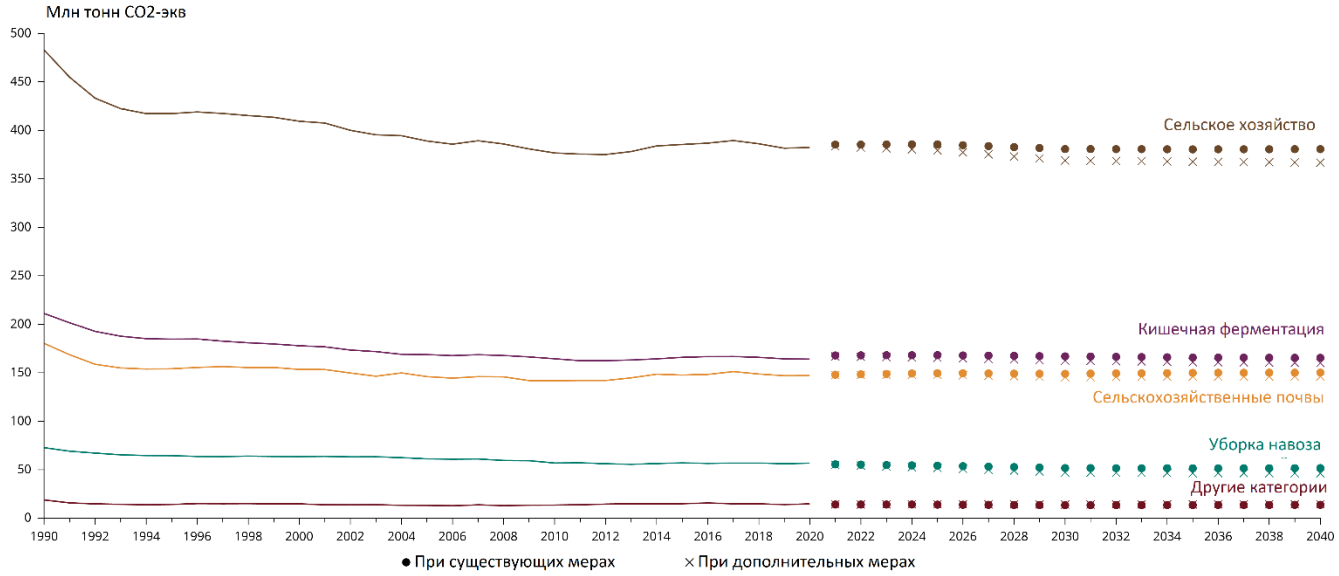


Рисунок 6.5.2. Исторические (1990-2020 гг.) и прогнозируемые (2020-2040 гг.) выбросы сельскохозяйственного сектора в ЕС [51].

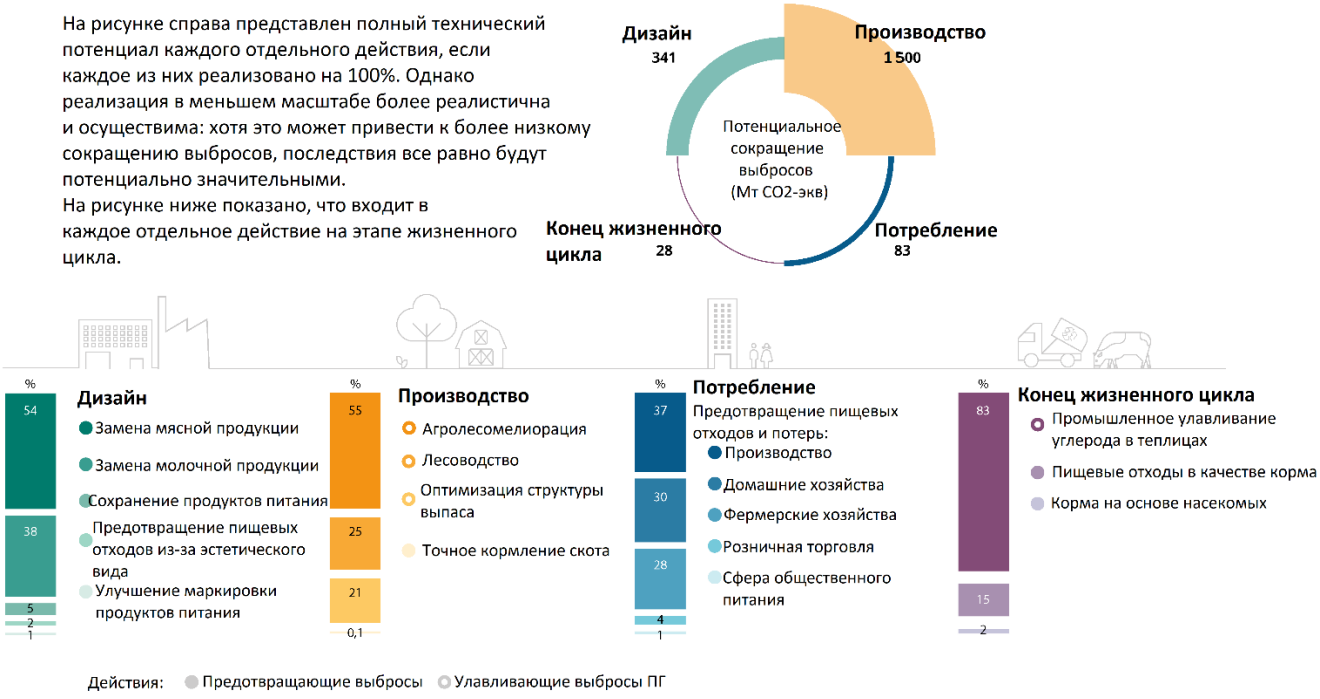


Рисунок 6.5.3. Потенциальное сокращение выбросов в результате отдельных действий в рамках циркулярной экономики в зависимости от стадии жизненного цикла до 2050 года [51].

Как и в анализе McKinsey, EEA для снижения выбросов в сельском хозяйстве делает большой упор на восстановление лесов, изменение пищевого поведения и улучшения технологий и практик, используемых в животноводстве и аграрной промышленности. Согласно их анализу, почти 1.5 миллиард тонн CO2-экв может быть удалено из атмосферы при правильных агромелиорации, лесоводстве и реструктуризации выпаса скота (Рисунок 6.5.3). Второе по значимости действие – изменение пищевых предпочтений через снижение мясной и молочной продукции и замену их на альтернативные продукты – имеет потенциал снижения выбросов в 313 Мт CO2-экв. Такие сокращения выбросов возможны при реализации мер по созданию экономики замкнутого цикла в агропродовольственной системе. Потенциал сокращения отходов, повторного использования материалов и большей цикличности начинается на этапе проектирования и продолжается на этапах производства, потребления и утилизации отходов агропродовольственного жизненного цикла.

В отчете EEA также представлены препятствия на пути внедрения мер по декарбонизации, которые необходимо решить. Решение данных вопросов должно вовлечь не только фермеров, но и другие слои населения, а также поддерживаться государством и неправительственными организациями для более мягкого перехода. Большой акцент в отчете сделан на недостаток осведомленности фермеров по поводу влияния парниковых выбросов и существующих технологий для их сокращения. Даже если фермеры осведомлены о технологиях и практиках по сокращению выбросов, часто они довольно консервативны и не видят ценности в их внедрении и опасаются негативных последствий на производительность своих ферм. В связи с этим значительная работа должна быть проделана для комплексного

анализа всех предлагаемых фермерам мер для выявления самых эффективных и благоприятных и для экологии, и с точки зрения бизнеса. Для таких исследований необходимо вовлекать самих фермеров для выявления влияния мер по декарбонизации и митигации на самих фермеров. Помимо этого, необходимы меры по привлечению молодежи в сферу сельского хозяйства, предоставление доступа к IT технологиям для более быстрой трансформации сектора и улучшить точность инвентаризации выбросов для отражения влияния вводимых мер декарбонизации.

6.5.1. Сектор сельского и лесного хозяйства и других видов землепользования и предложения по совершенствованию проводимых государством политик

Сфера сельского хозяйства, лесного хозяйства и других видов землепользования является значительным источником выбросов парниковых газов и при этом сложной в декарбонизации. Достичь нулевых выбросов всех парниковых газов с нынешними технологиями и технологиями в разработке не представляется возможным, но при этом СХЛХДВЗ может стать сектором с негативными выбросами углекислого газа. Даже если существуют меры для снижения выбросов в сфере СХЛХДВЗ, перед их внедрением в каждой отдельно взятой локации необходим комплексный анализ влияния на экосистему и фермеров. Согласно рассмотренным сценариям, для достижения целей Парижского соглашения государствам в сфере сельского хозяйства необходимо:

- вводить финансовые стимулы для стимулирования действий фермеров, будь то через углеродные рынки, экологические премии, субсидии, скидки или другие механизмы зеленого финансирования.
- укрепить сотрудничество в экосистеме и улучшить отслеживание влияния различных мер декарбонизации для вывода решений на рынок и поддержки монетизации изменений сельскохозяйственной практики и принятия решений покупателями.
- поддерживать исследования и инвестиции, направленные на изменение кривой затрат, стимулировать снижение затрат на внедрение существующих решений и оказывать поддержку разработки и масштабирования новых технологий.
- улучшать методы ведения сельского хозяйства, чтобы помочь производству продуктов питания без расширения площадей сельскохозяйственных угодий, которое приводит к вырубке лесов.
- повышать осознанность граждан, способствовать изменению пищевых привычек относительно мяса и молочной продукции, а также утилизации пищевых отходов.

В лесном хозяйстве и других видах землепользования самым эффективным действием для достижения углеродной нейтральности является защита и восстановление лесов. Защита и восстановление лесов должны активно проводиться в ближайшую декаду для достижения максимального результата. Для этого государствам необходимо:

- повысить финансирование и стимулировать инвестиции в восстановление лесов.
- помогать внедрять меры по увеличению производительности или предоставлять субсидии для сообществ, чьи средства к существованию зависят от расширения земельных угодий за счет вырубки лесов.
- развивать углеродные рынки, чтобы сделать восстановление и защиту лесов экономически выгодным.
- создавать природоохранные зоны и поддерживать развитие экотуризма, что поспособствует сохранению лесов и диверсификации экономики.

6.6. Основные выводы и рекомендации на основе сценариев декарбонизации

Анализ сценариев декарбонизации в данном разделе отчета представил рекомендации по секторам для снижения выбросов и достижения чистого нуля. Каждый сектор имеет свои особенности в декарбонизации, но при этом наблюдаются и общие тренды для всех секторов, которые выведены в рекомендации в данной главе.

Сделать 2020-е годы десятилетием массового расширения чистой энергетики. Все технологии, необходимые для достижения необходимого глубокого сокращения глобальных выбросов к 2030 году, уже существуют, и политики, которые могут способствовать их внедрению, уже проверены. Необходимо усилить политику, направленную на ускорение внедрения чистых и эффективных энергетических технологий. Мандаты и стандарты жизненно важны для стимулирования потребительских расходов и инвестиций в наиболее эффективные технологии. Целевые показатели и конкурентные аукционы могут позволить ветровой и солнечной энергии ускорить переход в электроэнергетическом секторе. Поэтапный отказ от субсидий на ископаемое топливо, установление цен на выбросы углерода и другие рыночные реформы могут обеспечить соответствующие ценовые сигналы. Политика должна ограничивать или препятствовать использованию определенных видов топлива и технологий, таких как угольные электростанции, газовые котлы и транспортные средства с двигателями внутреннего сгорания. Правительства должны возглавить планирование и стимулирование масштабных инвестиций в инфраструктуру, в том числе в интеллектуальные сети передачи и распределения.

Инвестиции должны будут вырасти почти до 9 процентов ВВП в период с 2026 по 2030 год с сегодняшних 7 процентов, прежде чем они упадут. Аналогичным образом, стоимость поставленной электроэнергии (при производстве, передаче, распределении и хранении, включая эксплуатационные расходы, капитальные затраты и амортизацию существующих и новых активов) вырастет примерно на 25% в период между 2020 и 2040 годами, с некоторыми вариациями в зависимости от региона.

В секторе СХЛХДВЗ в 2020-2030 годах необходимо сделать упор на лесовосстановление и остановку вырубки лесов, что потребует значительных

инвестиций, но приведет к более быстрой декарбонизации и уравновесит выбросы секторов, в которых сложно достичь чистого нуля.

Подготовиться к следующему этапу перехода, стимулируя инновации. Инновации в области чистой энергетики должны быстро ускоряться, а правительства должны поставить НИОКР, демонстрацию и внедрение в основу энергетической и климатической политики. Государственные расходы на НИОКР необходимо увеличить и переориентировать. Важнейшие области, такие как электрификация, водород, биоэнергетика и CCUS, сегодня получают лишь около трети уровня государственного финансирования НИОКР более устоявшихся низкоуглеродных технологий производства электроэнергии и энергоэффективности.

Поддержка также необходима для ускорения развертывания пилотных проектов, привлечения частных инвестиций в НИОКР и повышения общего уровня внедрения, чтобы помочь снизить затраты. Около 90 миллиардов долларов США государственных денег необходимо мобилизовать во всем мире как можно скорее для завершения портфеля демонстрационных проектов до 2030 года. В настоящее время в бюджете на этот период заложено лишь примерно 25 миллиардов долларов США. Разработка и внедрение этих технологий создаст новые крупные отрасли, а также коммерческие возможности и возможности трудоустройства.

Рабочие места в чистой энергетике будут расти, но необходимо их широкое распределение. Энергетические преобразования должны учитывать социальные и экономические последствия для отдельных лиц и сообществ и относиться к людям как к активным участникам. Переход к чистому нулю открывает существенные новые возможности для трудоустройства: к 2030 году в сценарии МЭА будет создано 14 миллионов рабочих мест благодаря новым видам деятельности и инвестициям в чистую энергетику. Для расходов на более эффективную технику, электромобили и автомобили на топливных элементах, а также на модернизацию зданий и энергоэффективное строительство потребуются еще 16 миллионов рабочих. Но эти возможности часто находятся в других локациях и секторах, либо требуют других навыков, чем рабочие места, которые будут потеряны из-за энергетического транзита. В сценарии МЭА будет потеряно около 5 миллионов рабочих мест. Большинство этих рабочих мест расположены рядом с ресурсами ископаемого топлива, и многие из них хорошо оплачиваются, а это означает, что структурные изменения могут вызвать потрясения с долгосрочными последствиями в сообществах. Данные изменения требуют пристального политического внимания для решения проблемы потери занятости. Крайне важно будет свести к минимуму трудности, например, путем переподготовки работников, размещения новых объектов чистой энергетики в районах, подверженных сокращению занятости, и предоставления региональной помощи.

В секторе СХЛХДВЗ согласно сценарию McKinsey могут быть создано более 61 миллиона рабочих мест, в основном связанных с птицеводством и биоэнергетикой. При этом более 34 миллиона рабочих мест может быть потеряно из-за снижения потребления мяса и молочной продукции. Так как в сельском хозяйстве большинство самозанятые, данные изменения в рабочих местах будут происходить за счет переориентации направления деятельности ферм. При этом в

сельском хозяйстве глобальные тренды приводят к сокращению рабочих мест за счет роста производительности, поэтому рост рабочих мест в связи с декарбонизацией может быть сбалансирован общим снижением числа рабочих мест в секторе.

Установить краткосрочные цели, чтобы достичь долгосрочных целей. Правительствам необходимо предоставить заслуживающие доверия пошаговые планы для достижения своих целей декарбонизации, укрепляя доверие среди инвесторов, промышленности, граждан и других стран. Правительства должны создать долгосрочные политические рамки, которые позволят всем ветвям власти и заинтересованным сторонам планировать изменения и способствовать упорядоченному переходу. Долгосрочные национальные стратегии по снижению выбросов, предусмотренные Парижским соглашением, могут изложить видение национальных преобразований, как это было сделано в настоящем докладе на глобальном уровне. Эти долгосрочные цели должны быть связаны с измеримыми краткосрочными целями и политикой. Наш путь подробно описывает более 400 отраслевых и технологических вех, которые помогут достичь глобального перехода к нулевому уровню выбросов к 2050 году.

Обеспечить исторический всплеск инвестиций в чистую энергетику. Необходимо разработать политики для создания рыночных сигналов, которые откроют новые бизнес-модели и мобилизуют частные инвестиции, особенно в странах с развивающейся экономикой. Ускоренное предоставление международного государственного финансирования будет иметь решающее значение для энергетического перехода, особенно в развивающихся странах, но в конечном итоге частному сектору придется профинансировать большую часть необходимых дополнительных инвестиций. Мобилизация капитала для крупномасштабной инфраструктуры требует более тесного сотрудничества между разработчиками, инвесторами, государственными финансовыми учреждениями и правительствами. Снижение рисков для инвесторов будет иметь важное значение для обеспечения успешного и доступного перехода к экологически чистой энергетике. Многим странам с формирующимся рынком и развивающимся странам, которые в основном полагаются на государственное финансирование новых энергетических проектов и промышленных объектов, придется реформировать свою политику и нормативную базу, чтобы привлечь больше частного финансирования. Международные потоки долгосрочного капитала в эти экономики будут необходимы для поддержки развития как существующих, так и новых технологий чистой энергетики.

Устранить возникающие риски энергетической безопасности прямо сейчас. Обеспечение бесперебойных и надежных поставок энергии и важнейших энергетических товаров по доступным ценам будет только возрастать на пути к чистому нулю. Фокус энергетической безопасности будет меняться по мере роста зависимости от возобновляемой электроэнергии и уменьшения роли нефти и газа. Потенциальные уязвимости, связанные с растущей важностью электроэнергии, включают нестабильность поставок и риски кибербезопасности. Правительствам необходимо создать рынки для инвестиций в аккумуляторы, цифровые решения и электросети, которые поощряют гибкость и обеспечивают достаточные и надежные

поставки электроэнергии. Растущая зависимость от важнейших полезных ископаемых, необходимых для ключевых технологий чистой энергетики, требует новых международных механизмов, обеспечивающих как своевременное наличие поставок, так и устойчивое производство. В то же время традиционные проблемы энергетической безопасности не исчезнут, поскольку добыча нефти станет более концентрированной.

Поднять международное сотрудничество на новую высоту. Это не просто вопрос того, что все правительства стремятся свести свои национальные выбросы к чистому нулю – это означает решение глобальных проблем посредством скоординированных действий. Правительства должны работать вместе эффективным и взаимовыгодным образом для реализации последовательных мер, которые пересекают границы. Это включает в себя тщательное управление созданием рабочих мест внутри страны и использование местных коммерческих преимуществ для внедрения экологически чистых энергетических технологий. Ускорение инноваций, разработка международных стандартов и координация масштабирования чистых технологий должны осуществляться таким образом, чтобы связать национальные рынки. Сотрудничество должно признавать различия в стадиях развития разных стран и различие ситуаций в разных частях общества. Для многих богатых стран достижение нулевых выбросов будет более трудным и дорогостоящим без международного сотрудничества. Для многих развивающихся стран путь к чистому нулю без международной помощи неясен. Для обеспечения внедрения ключевых технологий и инфраструктуры необходима техническая и финансовая поддержка. Без расширения международного сотрудничества глобальные выбросы CO2 не упадут до нуля к 2050 году.

7. Заключение

В заключение следует отметить, что анализ трендов на мировом, региональном и национальном отраслевых рынках выбросов парниковых газов, а также анализ прогноза выбросов парниковых газов по различным сценариям декарбонизации для Республики Казахстан позволяют сделать критический вывод о роли государства в борьбе с изменением климата.

Очевидно, что динамика выбросов в Республике Казахстан тесно связана с показателями ключевых секторов экономики, и понимание этой динамики необходимо для принятия обоснованных решений. Несмотря на проведение низкоуглеродной политики и внедрение возобновляемых источников энергии до 2030 года и в перспективе до 2035 года, потребление топливных ресурсов вырастет:

- угля на 4 млн тонн;
- природного газа на 2 млрд $м^3$;
- нефтепродуктов на 3,7 млн тонн.

Тренды, выявленные на внутреннем рынке угля, нефтепродуктов и рынке товарного газа, подчеркивают важность перехода на экологически чистые технологии, повышения энергоэффективности, расширение применения электротранспорта и электрификации железнодорожных перевозок.

Все проанализированные сценарии декарбонизации сходятся в том, что необходимо ускорить энергетический переход на чистые технологии, по возможности вывести из эксплуатации и сократить субсидии для ископаемых источников энергии, увеличить и переориентировать инвестиции в новые разработки и технологии на стадии демонстрации для их скорейшего применения для декарбонизации, а также усилить международное сотрудничество для плавного и планомерного перехода. Также сценарии поддерживают важность поведенческих изменений для достижения чистого нуля.

В сфере сельского и лесного хозяйства и других видов землепользования необходим более комплексный подход. Сектор СХЛХДВЗ имеет потенциал для удаления и удержания углекислого газа из атмосферы, но при этом выступает основным источников выбросов метана и оксида азота. В сценариях декарбонизации не рассматривается снижение выбросов метана и оксида азота до нуля, так как общий объем выбросов в разы меньше, чем углекислого газа, и пока нет альтернативных методов производства продовольствия, которые бы полностью избегали выбросов этих парниковых газов. Тем не менее, возможно достичь незначительного снижения этих выбросов даже при растущем производстве. Для этого необходимо внедрять существующие технологии, сокращающие выбросы в животноводстве и аграрном секторе, использовать технику, не производящую выбросы парниковых газов, менять существующую диету и цепочку поставок еды для сокращения потребления мяса и пищевых отходов. Для увеличения потенциала улавливания углекислого газа важной мерой является восстановление и защита лесов и водно-болотных угодий.

Стремление Республики Казахстан к совершенствованию государственной политики в области сокращения выбросов парниковых газов — это не только вопрос экологической ответственности, но и стратегический экономический шаг.

Приняв курс на устойчивое развитие и декарбонизацию, страна сможет привлечь инвестиции, создать "зеленые" рабочие места и обеспечить более здоровое и процветающее будущее для своих граждан.

В условиях быстро меняющегося климата и глобальных усилий по решению этой экзистенциальной проблемы у Республики Казахстан есть возможность стать лидером в регионе, продемонстрировав свою приверженность устойчивому низкоуглеродному будущему.

8. Список использованной литературы

1. Kuzminov I., Bakhtin P., Khabirova E., Loginova I. Detecting and Validating Global Technology Trends Using Quantitative and Expert-Based Foresight Techniques // HSE Working papers. Series: Science, Technology and Innovation. WP BRP. 2018
2. Belgium, 2019, NECP 2021-2030: Section B — analytical basis, National Energy and Climate Plan, Belgium (https://energy.ec.europa.eu/system/files/2020-09/be_final_necp_partben_0.pdf)
3. BMUV, 2021, Projektionsbericht 2021 für Deutschland, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection, Germany (https://www.bmuv.de/download/projektionsbericht-der-bundesregierung-2021)
4. Bulgaria, 2020, Integrated energy and climate plan of the Republic of Bulgaria 2021-2030, Ministry of Energy and Ministry of the Environment and Water, Bulgaria (https://energy.ec.europa.eu/system/files/2020-06/bg_final_necp_main_en_0.pdf).
5. Carnicer, J., et al., 2022, 'Global warming is shifting the relationships between fire weather and realized fire-induced CO2 emissions in Europe', Scientific Reports 12, 10365. Copernicus, 2021, European State of the Climate 2021, Copernicus Climate Change Service, Full report (climate.copernicus.eu/ESOTC/2021).
6. Copernicus, 2022, 'Europe continued to swelter in July', Copernicus Programme, European Commission (https://climate.copernicus.eu/europe-continued-swelter-july).
7. Council of the EU, 2019, 'EU energy efficiency rules adapted in view of Brexit', Council of the European Union (https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2019/01/30/eu-energy-efficiency-rules-adapted-in-view-of-brexit/).
8. Denmark, 2021, 'Denmark's June 2021 update to the biennial climate report submitted to the European Commission' (https://reportnet.europa.eu/public/dataflow/113).
9. Romania, 2020, Romania's 2020 report on projections of GHG emissions in accordance with Article 18 (1)(b) of the Governance of the Energy Union and Climate Action Regulation (EU) 2018/1999 (Gov. Reg.) and Article 38 of the related Implementing Regulation (EU) 2020/1208 (https://reportnet.europa.eu/public/dataflow/113)
10. EC, 2020a, Commission staff working document — impact assessment accompanying the document Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions 'Stepping up Europe's 2030 climate ambition: investing in a climate-neutral future for the benefit of our people' (SWD (2020) 176 final of 17 September 2020).

11. EC, 2020b, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions 'An EU-wide assessment of national energy and climate plans: driving forward the green transition and promoting economic recovery through integrated energy and climate planning' (COM (2020) 564 final of 17 September 2020).
12. EC, 2021b, 'Energy efficiency targets', European Commission (https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/targets-directive-and-rules/eu-targets-energy-efficiency_nl).
13. EC, 2021c, EU Reference Scenario 2020 — Energy, transport and GHG emissions: trends to 2050, Publications Office of the European Union, Luxembourg (https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/96c2ca82-e85e-11eb-93a8-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-219903975).
14. EC, 2021e, Making our homes and buildings fit for a greener future, Buildings Factsheet, European Commission (https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/FS_21_3673).
15. EC, 2022a, '2030 Climate target plan', European Commission (https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-greendeal/2030-climate-target-plan_en).
16. EEA, 2021c, 'Greenhouse gas emissions under the Effort Sharing Decision (ESD)' (https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/esd-3)
17. EC, 2022e, 'Mobility strategy', European Commission (https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/mobility-strategy_en)
18. EC, 2021k, Report from the Commission to the European Parliament and the Council on the functioning of the European carbon market in 2020 pursuant to Articles 10(5) and 21(2) of Directive 2003/87/EC (as amended by Directive 2009/29/ EC and Directive (EU) 2018/410) (COM(2021) 962 final of 26 October 2021).
19. EC, 2022b, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: EU 'save energy' (COM(2022) 240 final of 18 May 2022).
20. EC, 2022c, Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions 'REPowerEU plan' (COM(2022) 230 final of 18 May 2022).
21. EC, 2022g, 'REPowerEU: a plan to rapidly reduce dependence on Russian fossil fuels and fast forward the green transition', European Commission (https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_22_3131)
22. EC, 2022j, 'Tackling climate change', European Commission (https://agriculture.ec.europa.eu/sustainability/environmentalsustainability/climate-change_en)

23. Eurostat, 2021c, 'Shares 2019 results', Share of energy from renewable sources until 2020, Eurostat Database (https://ec.europa.eu/eurostat/data/database?node_code=nrg_ind_share)
24. Eurostat, 2022c, 'Shares 2020 results', Share of energy from renewable sources until 2021, Eurostat Database (https://ec.europa.eu/eurostat/data/database?node_code=nrg_ind_share)
25. Eurostat, 2022d, 'Simplified energy balances', Eurostat (https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_bal_s&lang=en)
26. JRC, 2021, Brief on the role of the forest-based bioeconomy in mitigating climate change through carbon storage and material substitution, JRC124374, European Commission's Knowledge Centre for Bioeconomy (https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC124374)
27. Reportnet, 2022, 'National projections of anthropogenic greenhouse gas emissions pursuant to Governance Regulation Art.18 (1)(b)/Implementing Regulation Art.38', European Union (https://reportnet.europa.eu/public/dataflow/113)
28. EEA, 2020, 'Dashboard — renewable energy in Europe 2020', European Environment Agency (https://www.eea.europa.eu/themes/energy/renewable-energy/renewable-energy-ineurope-2020)
29. EEA, 2021b, 'Greenhouse gas emissions from agriculture in Europe', European Environment Agency (https://www.eea.europa.eu/ims/greenhouse-gas-emissions-from-agriculture)
30. EEA, 2021e, 'New registrations of electric vehicles in Europe', European Environment Agency (https://www.eea.europa.eu/ims/new-registrations-of-electric-vehicles)
31. EEA, 2022b, 'EEA greenhouse gas — data viewer', European Environment Agency (https://www.eea.europa.eu/data-andmaps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer).
32. EEA, 2022a, 'Economic losses from climate-related extremes in Europe', European Environment Agency (https://www.eea.europa.eu/ims/economic-losses-from-climate-related)
33. EEA, 2022c, 'Global and European temperatures', European Environment Agency (https://www.eea.europa.eu/ims/globaland-european-temperatures)
34. EEA, 2019b, Decision of the EEA Joint Committee No 269/2019 of 25 October 2019 amending Protocol 31 to the EEA Agreement, on cooperation in specific fields outside the four freedoms (Decision No 269/2019).
35. ETC/CM, forthcoming, Trends and projections in the EU ETS in 2021, ETC/CM Report, European Topic Centre on Climate Change Mitigation and Energy.
36. Ember, 2022, 'EU carbon price tracker: the latest data on EU ETS carbon prices', Ember (https://ember-climate.org/data/carbon-price-viewer/)
37. Luxembourg, 2019, Luxembourg's integrated national energy and climate plan for 2021-2030, Ministry of the Environment, Climate and Sustainable Development, and Ministry of Energy and Spatial Planning, Luxembourg (https://energy.ec.europa.eu/system/files/2020-07/lu_final_necp_main_en_0.pdf).

38. Luxembourg, 2020, Fourth biennial report of Luxembourg under the United Nations Framework Convention on Climate Change — 2020 report, Ministry of the Environment, Climate and Sustainable Development, Luxembourg (https://unfccc.int/sites/default/files/resource/BR4_LUX_Final_201123.pdf)
39. Казэнерджи, «Национальный энергетический отчет», 2023 год.
40. IPCC. Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647
41. McKinsey. The net-zero transition: What it would cost, what it could bring (2022). https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/the-net-zero-transition-what-it-would-cost-what-it-could-bring
42. IEA. International Energy Agency (2021), Net Zero by 2050, IEA, Paris: Net Zero by 2050 Scenario - Data product - IEA. License: Creative Commons Attribution CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
43. NFGS. NGFS Scenarios for central banks and supervisors (2022). https://www.ngfs.net/en/ngfs-climate-scenarios-central-banks-and-supervisors-september-2022
44. BP. Energy Outlook 2023 (2023). https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook.html
45. Shell. The Energy Transformation Scenarios (2021). https://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/scenarios/what-are-the-previous-shell-scenarios/the-energy-transformation-scenarios/_jcr_content/root/main/section_524990089/simple/promo_copy/links/item0.stream/1652119830834/fba2959d9759c5ae806a03acfb187f1c33409a91/energy-transformation-scenarios.pdf
46. Brecha, Robert J., et al. "Institutional Decarbonization Scenarios Evaluated against the Paris Agreement 1.5 °c Goal." Nature Communications, vol. 13, no. 1, 16 Aug. 2022, p. 4304, www.nature.com/articles/s41467-022-31734-1, https://doi.org/10.1038/s41467-022-31734-1.
47. Global EV Outlook 2023: Trends in electric light-duty vehicles (2023). https://www.iea.org/energy-system/transport/electric-vehicles
48. АО «Жасыл Даму». Отчет по обновлению инструментов моделирования и по анализу выбросов парниковых газов в сценарии декарбонизации (2023).
49. McKinsey. Agriculture and climate change: Reducing emissions through improved farming practices (2020) https://www.mckinsey.com/industries/agriculture/our-insights/reducing-agriculture-emissions-through-improved-farming-practices
50. McKinsey. The agricultural transition: Building a sustainable future (2023). https://www.mckinsey.com/industries/agriculture/our-insights/the-agricultural-transition-building-a-sustainable-future#/
51. European Environment Agency. Progress and prospects for decarbonisation in the agriculture sector and beyond (2022). https://www.eea.europa.eu/publications/Progress-and-prospects-for-decarbonisation