МИНИСТЕРСТВО ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Акционерное общество «Жасыл даму»

Отчет по обновлению ключевых параметров, входных данных и структуры модели, проведению расчетов сценариев выбросов парниковых газов с учетом национальных климатических целей и разработке рекомендаций по секторальным политикам

Астана, 2024 год

Лист согласования

Отчет по обновлению ключевых параметров, входных данных и структуры модели, проведению расчетов сценариев выбросов парниковых газов с учетом национальных климатических целей и разработке рекомендаций по секторальным политикам

№	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	Қасенов Әлишер Аманжолұлы	Главный менеджер департамента моделирования, анализа и прогнозирования АО «Жасыл даму»	
4	Бакдолотов Айдын Айсултанович	Менеджер департамента моделирования, анализа и прогнозирования АО «Жасыл даму»	
5	Базарбаева Аймира Аяновна	Менеджер департамента моделирования, анализа и прогнозирования АО «Жасыл даму»	
6	Аскаралиева Гульжан Дарханкызы	Менеджер департамента моделирования, анализа и прогнозирования АО «Жасыл даму»	

Содержание

Оглавление 90

Аббревиатуры, единицы измерения, определения..... 96

Аббревиатуры 92

Единицы измерения 92

Определения 93

Глава 1. Общий контекст исследования 95

1.1. Почему экономика Республики Казахстан продолжает оставаться одной из самых энергоёмких и углеродоёмких экономик мира?.....97

1.2. Причина отсрочки утверждения Правительством РК проектов документов по декарбонизации экономики.....101

1.3. Энергоемкость и углеродоёмкость ВВП Республики Казахстан.....106

1.4. Краткий обзор политики повышения энергоэффективности в Республике Казахстан.....110

1.5. Потенциал повышения энергоэффективности и энергосбережения в Республике Казахстан..... 113

1.5.1 Оценка ИРЭЭ на основе компиляции заключений энергоаудиторов.....113

1.5.2. Оценка в контексте реализации ОНУВ.....114

Глава 2. Использованные инструменты и методы.....120

2.1. Энергетическая модель TIMES 116

2.2. Макроэкономическая модель CGE.....123

2.3. Линкование моделей TIMES и CGE 129

2.4. Описание подхода к моделированию сценариев 131

Глава 3. Входные параметры мер для моделирования..... 132

3.1. Перечень мер, принятых для квантификации 132

3.2. Сценарии повышения энергоэффективности 134

3.3. Базовая линия для квантификации.....135

Глава 4. Результаты квантификации, выполненные с помощью TIMES и CGE 137

4.1. Результаты моделирования в TIMES 137

4.1.1. Энергоемкость ВВП 137
4.1.2. Выбросы парниковых газов от энергетической деятельности 145
4.1.3. Инвестиционная потребность реализации мер энергоэффективности, связанная с энергетической деятельностью..... 150
4.2. Результаты моделирования в CGE 153
4.2.1. Влияние на ВВП..... 153
4.2.2. Влияние сценариев реализации мер энергоэффективности на инвестиции в экономику.....156
4.2.3. Влияние сценариев реализации мер энергоэффективности на национальные выбросы ПГ…….....159
4.2.4. Влияние сценариев реализации мер энергоэффективности на отраслевые выбросы ПГ……...…160
Глава 5. Аналитические выводы и рекомендации на основе анализа 173
Снижение энергоемкости ВВП 173
Влияние реализации мер на ВВП 174
Влияние на потребность экономики в инвестициях 174
Влияние на выбросы ПГ 176

Аббревиатуры, единицы измерения, определения

Аббревиатуры

БНС	Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан
ВВП	Внутренний валовой продукт
ВИЭ	Возобновляемые источники энергии
ГЭР	Государственный энергетический реестр
ИРЭЭ	АО «Институт развития электроэнергетики и энергосбережения»
ЛЭП	Линии электропередач
МЭА (IEA)	Международное энергетическое агентство при ОЭСР (International Energy Agency)
НЭС	Национальные электрические сети
ОЭСР	Организация экономического сотрудничества и развития
ПИИ	Прямые иностранные инвестиции
ПГ	Парниковые газы
РКИК ООН	Рамочная конвенция ООН об изменении климата
РЭК	Региональные электроснабжающие компании
СТВ	Система торговли выбросами, которая представляет собой систему квотирования, то есть выдачи эмиттерам бесплатных квот на выбросы ПГ, резервирования части квот углеродного бюджета в государственном резерве, которая может быть продана по мере необходимости эмиттерам для погашения выбросов сверх выданных квот, участники системы могут торговать квотами наряду с углеродными единицами сокращения выбросов ПГ, достигнутых в результате реализации различных офсетных проектов.

Единицы измерения

кВтч	киловатт-час (единица измерения электроэнергии)
МВт	Мегаватт (единица измерения мощности энергогенерирующих установок)
млн. т CO_2-экв.	миллион тонн CO_2-эквивалента (единица измерения парниковых газов)
п.п.	процентный пункт

т-км	тонно-километр (единица измерения грузоперевозок)
п-км	пассажиро-километр (единица измерения пассажироперевозок)
т н.э.	тонн нефтяного эквивалента
т у.т.	тонна условного топлива или угольного эквивалента (1 т у.т. = 0,7 т н.э.)

Определения

ОНУВ	Устойчивая аббревиатура от английского NDC (Nationally Determined Contributions), расшифровывается как определяемый на национальном уровне вклад стран в достижение температурной цели Парижского соглашения[1]. Под «ОНУВ» понимается документ, содержащий цели (обязательства) страны по снижению выбросов ПГ и адаптации к изменению климата, а также краткая информация о соответствующих политиках, реализуемых Правительством Республики Казахстан для достижения указанных целей. ОНУВ представляются странами в Секретариат РКИК ООН и хранятся у депозитария – Генерального секретаря ООН, носят обязательный юридический характер с точки зрения международного права
Выбросы парниковых газов от энергетической деятельности	Это – выбросы ПГ, связанные с добычей, преобразованием, транспортировкой, хранением и сжиганием энергоресурсов. Выбросы ПГ от энергетической деятельности в Республике Казахстан составляют около 80% от национальных нетто-эмиссий (то есть с учетом поглощений в секторе землепользования и лесного хозяйства). Остальные 20% нетто- выбросов имеют место в промышленных процессах, не связанных с топливом, в сельском хозяйстве, в секторе управления отходами.
TIMES	Энергетическая оптимизационная модель строится «снизу вверх», реализует и технико-инженерный и экономический подход к моделированию. Позволяет проводить углубленный анализ развития энергетики и воздействия на климат в среднесрочных и долгосрочных периодах времени. Является моделью частичного

[1] Парижское соглашение является международным договором, которое сменило Киотский протокол с 1 января 2021 года, во исполнение Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Казахстан ратифицировал Парижское соглашение 4 ноября 2016 года Законом РК №20-VI.

	равновесия, то есть она рассматривает не все отраслевые рынки, а только те, которые так или иначе связаны с добычей/импортом, переработкой, транспортировкой, хранением и конечным потреблением энергоносителей на территории страны с учетом экспорта энергоресурсов.
CGE	Макроэкономическая модель исчислимого общего равновесия, позволяющая оценивать влияние различных регулирующих политик на различные параметры развития рыночной экономики. Модель CGE строится «сверху вниз», предполагается, что все рынки в модели сбалансированы.
Квантификация	Количественная оценка. В рамках данного исследования под «квантификацией» понимается количественная оценка потенциала повышения энергоэффективности и инвестиционной потребности реализации мер, включенных в проект Генерального плана повышения энергоэффективности Республики Казахстан.
СПГ	Система государственного планирования. См. Постановление Правительства Республики Казахстан от 29 ноября 2017 года № 790[2].
Pess	Обозначение Пессимистичного сценария со сдержанными темпами повышения энергоэффективности.
Opt	Обозначение Оптимистичного сценария с ускоренными темпами повышения энергоэффективности.
Base	Обозначение Базового сценария со серединными темпами повышения энергоэффективности.
Стратегия	Сокращенное наименование Стратегии (Доктрины) достижения углеродной нейтральности Республики Казахстан до 2060 года, которая разрабатывалась в рамках проекта GIZ.

[2] https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1700000790

Глава 1. Общий контекст исследования

В начале отчёта хотелось бы кратко осветить недавнее экономическое прошлое Республики Казахстан для пояснения, почему в настоящий момент экономика Республики продолжает оставаться одной из самых энергоёмких и углеродоёмких экономик мира и почему Правительству Республики Казахстан *(далее – Правительство РК)* сложно принять стратегически важные, но непопулярные и сложные решения, которые могут дать старт ускоренному переводу углеродоёмкой казахстанской экономики на рельсы глубокой декарбонизации.

Экономическое развитие Казахстана с момента обретения независимости претерпело значительные структурные изменения, которые объясняют его текущую энергоёмкость и углеродоёмкость. Унаследованная с советских времён промышленная база, ориентированная на добычу и переработку сырьевых ресурсов, сохранилась в значительной мере и после перехода к рыночной экономике. Благодаря этому Республика Казахстан стала одним из ведущих экспортеров нефти, угля и металлов. Однако такая зависимость от добывающего сектора и энергоёмких производств привела к тому, что экономика страны остается одной из самых углеродоёмких в мире.

Ключевую роль в углеродоёмкости экономики Республики Казахстан играет энергетический сектор, где 70-75% электроэнергии производится на угольных электростанциях[3]. Это усложняет переход к декарбонизации, так как требует значительных инвестиций для модернизации инфраструктуры и внедрения возобновляемых источников энергии. Помимо технических трудностей, переход к низкоуглеродной экономике сопряжён с социально-экономическими вызовами, так как изменения затрагивают интересы как государственных структур и бизнеса, так и регионов, сильно зависящих от

[3] https://www.iea.org/reports/kazakhstan-2022

угледобычи.

В этом контексте декарбонизация требует комплексных подходов, начиная с внедрения новых технологий. Задача Правительства РК — обеспечить справедливое распределение инвестиционной нагрузки между всеми участниками рынка, используя эффективные регуляторные механизмы и стимулы. Однако принятие таких стратегически важных решений сталкивается с рядом препятствий. Во-первых, реформы часто встречают сопротивление со стороны промышленных групп и регионов, зависящих от углеродоёмких отраслей. Во-вторых, модернизация требует значительных капиталовложений, что может вызвать недовольство у населения из-за возможного роста цен на энергию и угрозы социально-экономической стабильности в угледобывающих регионах.

Переход к низкоуглеродной экономике — это не просто снижение выбросов парниковых газов, но и переход к ресурсоэффективной, энергоэффективной и циркулярной модели экономики. Важную роль в этом процессе играют меры по повышению энергоэффективности, которые поддерживают реализацию государственной климатической политики. При этом для оценки справедливости и эффективности распределения инвестиционной нагрузки между всеми участниками внутреннего рынка необходимо проводить детальное энергетическое и макроэкономическое моделирование. Только так можно учесть интересы всех сторон — государственных органов, бизнеса и населения — и добиться сбалансированного распределения ресурсов.

Таким образом, переход Республики Казахстана *(далее – Казахстан)* к низкоуглеродной экономике требует, как масштабных технологических преобразований, так и сбалансированных политических решений, которые обеспечат справедливость распределения нагрузки и создадут условия для устойчивого развития и реализации климатических целей страны.

1.1. Почему экономика Республики Казахстан продолжает оставаться одной из самыхэнергоёмких и углеродоёмких экономик мира?

1. Республика Казахстан обладает огромным ресурсным потенциалом, накопленным ещё в советский период, когда республика стала частью единой электроэнергетической системы СССР. Эта система выделялась высоким качеством электроснабжения и доступностью для всех категорий потребителей. После распада Советского Союза Казахстан унаследовал многие производственные активы и инфраструктуру, но разрыв плановых производственно-сбытовых связей, связывавших республики, привёл к глубокому экономическому кризису, который сопровождался тяжёлыми социально-экономическими последствиями для страны.

В условиях кризиса ресурсная база Казахстана, включая богатые запасы полезных ископаемых и развитые производственные мощности, стала привлекательной для крупных транснациональных корпораций. Привлечение иностранных инвесторов, которым передавались активы в управление и впоследствии в собственность, сыграло важную роль в стабилизации экономики и позволило остановить спад. В результате сырьевые отрасли – нефть, газ, уголь и металлургия – стали ключевыми драйверами экономического роста и основными источниками поступлений в государственный бюджет.

Однако зависимость экономики от добычи и переработки ископаемых ресурсов делает её одной из самых энерго- и углеродоёмких в мире. Такая структура, ориентированная на углеродоёмкие источники энергии, приводит к высокому уровню выбросов парниковых газов, делая Казахстан одним из ведущих эмитентов углерода на душу населения в мире.

Зависимость от углеродоёмких ресурсов усугубляется нехваткой стимулов для повышения энергоэффективности и недостаточным внедрением

зелёных технологий. В стране, несмотря на наличие программ по поддержке возобновляемой энергии и энергоэффективности, низкие тарифы и отсутствие строгих требований к промышленным предприятиям усложняют процесс трансформации экономики. Эти факторы создают дополнительные препятствия для декарбонизации и перехода к низкоуглеродной модели развития.

Для решения этих проблем Правительство РК внедряет различные инициативы, направленные на модернизацию энергетической инфраструктуры и повышение доли возобновляемых источников энергии. Однако необходимы дополнительные меры, включая разработку новых политических инструментов, которые смогут стимулировать переход к зелёным технологиям и повысить энергоэффективность в таких отраслях, как металлургия и нефтегазовый сектор. Только комплексный подход, который будет учитывать экономические и социальные аспекты, позволит Казахстану эффективно снижать углеродную нагрузку на экономику и двигаться в сторону устойчивого развития.

2. В Казахстане государственное регулирование цен на энергоносители, включая электроэнергию и топливо, направлено на поддержание стабильности цен для экспортоориентированных отраслей с высокой энергоёмкостью, таких как металлургия и нефтехимия, где активно участвуют иностранные инвесторы. Низкие внутренние цены на энергоносители, подкреплённые госрегулированием, создают значительные барьеры для стимулирования повышения энергоэффективности среди крупных промышленных потребителей. Такой подход делает энергопотребителей менее склонными к внедрению новых технологий и мероприятий по энергоэффективности, что, в свою очередь, является фундаментальной причиной, обусловливающей высокую энергоёмкость ВВП и медленные темпы ее снижения[4].

[4] Ниже в разделе 1.3 представлена углеродоёмкость ВВП Казахстана в сравнении с другими странами.

Ограничение цен не позволяет предприятиям ощутить полную стоимость потребляемых ресурсов и внешних экологических издержек, таких как выбросы парниковых газов, что тормозит переход к ресурсосберегающей экономике. Субсидии и ограничение цен также создают перекосы на внутреннем рынке, где предприятия не видят экономической необходимости в снижении энергопотребления и переходе на более чистые и эффективные источники энергии. Эти низкие цены уменьшают мотивацию к внедрению технологий энергоэффективности, так как инвестиции в такие технологии не окупаются в условиях искусственно заниженных тарифов на энергию[5,6].

Кроме того, поддержание низких цен на энергоносители усложняет интеграцию ВИЭ в энергетический баланс. Для эффективного внедрения ВИЭ и газовых станций, которые могли бы служить более гибким и экологически чистым дополнением к угольным электростанциям, требуется ценовая структура, отражающая реальную стоимость топлива и его воздействие на окружающую среду. Государственное регулирование же способствует зависимости от ископаемого топлива, особенно угля, который остаётся основным источником электроэнергии в Казахстане.

В результате, существующая система ценообразования в Казахстане не только поддерживает высокий уровень выбросов парниковых газов, но и ставит под угрозу выполнение климатических целей страны. Для преодоления этих ограничений необходимо поэтапное реформирование ценовой политики и внедрение стимулирующих мер, таких как налог на углерод, квотирование выбросов и поощрение инвестиций в энергоэффективные технологии.

---

[5] https://www.iea.org/reports/kazakhstan-energy-profile

[6] https://www.iea.org/news/kazakhstan-has-set-out-ambitious-and-welcome-clean-energy-transition-plans-but-must-overcome-historical-reliance-on-fossil-fuels-iea-review-says

Справочная информация

Согласно данным, представленным на сайте GlobalPetrolPrices, тарифы на электроэнергию длябизнеса в Республике Казахстан на 65,5% ниже, чем у северного соседа – России, на 78,2% ниже, чем у юго-восточного соседа – Китая, в 2 раза ниже, чем в Беларуси, в 2,7 раза ниже, чем в Польше, в 4,6 раз ниже, чем в Германии и т.д.

Тарифы на электроэнергию для населения в Республике Казахстан на 47,6% ниже, чем в России, в 2,1 разаниже, чем в Китае, на 92,9% ниже, чем в Беларуси, в 4,5 раза ниже, чем в Польше, в 8,6 раз ниже,чем в Германии и т.д.

Цены на бензин в Республике Казахстан на 46,8% ниже, чем в России, в 2,6 раза ниже, чем в Китае, на 73,9%ниже, чем в Беларуси, в 3,1 раза ниже, чем в Польше, в 3,9 раз ниже, чем в Германии и т.д.

Цены на дизельное топливо в Республике Казахстан на 23,6% ниже, чем в России, на 42,1% ниже, чем в Беларуси, в 2,5 раза ниже, чем в Польше, в 3,1 раз ниже, чем в Германии и т.д.

Когда у государственного органа нет достаточных экономических рычагов воздействия на поведение энергопотребителей, как правило, он активно использует технические регламенты в купе с административным регулированием в виде выдачи разрешений и прочего. Ужесточение технических требований должно быть целесообразным. Оно не должно быть чрезмерным с точки зрения экономических, экологических и социальных последствий для бизнеса и других энергопотребителей. Соответственно усиление политики повышения энергоэффективности посредством технического регулирования должно быть предварительно комплексно оценено.

В настоящем отчете представлены результаты количественной оценки вариантов снижения парниковых газов за счет углеродного ценообразования, потенциала повышения энергоэффективности ВВП и инвестиционной потребности реализации мер декарбонизации с учетом мультипликативного эффекта[7], а также национальных выбросов ПГ в сравнении с целевым уровнем ОНУВ до 2030 года и вариантов реализации мер энергоэффективности.

[7] Имеется в виду, что любые изменения в экономике не могут быть изолированными. Инвестиции в меры декарбонизации неизбежно повлекут разные изменения в смежных секторах, в том числе изменит и потребность этих смежных секторов в инвестициях. Модель CGE оценила изменение потребности в инвестициях в целом в национальной экономике.

1.2. Причина отсрочки утверждения Правительством РК проектов документов по декарбонизации экономики.

Существует множество факторов, которые способствуют задержке в принятии стратегий декарбонизации. С одной стороны, необходимость реагировать на глобальные изменения климата и требования международного сообщества очевидны, однако присутствуют сомнения относительно выполнимости поставленных целей. Проведение значительных изменений в политике требует уверенности в том, что новые меры не нанесут ущерба экономике страны, что приводит к неопределенности на уровне государственной власти и бизнеса.

Одной из основных проблем остаются регуляторные и институциональные барьеры. В Казахстане отсутствует центральный координационный орган по вопросам декарбонизации, что замедляет процесс согласования и принятия решений. Дополнительно, сильное влияние традиционных углеродоёмких секторов экономики затрудняет выработку новых, более экологичных регуляций.

Финансовые ограничения также играют значительную роль. Реализация низкоуглеродных проектов требует масштабных инвестиций, которых у Казахстана недостаточно. Привлечение международной помощи сопряжено с комплексными условиями и требованиями, что затрудняет получение необходимого финансирования. Кроме того, проблемы с привлечением частных инвестиций заключаются в опасениях, что поддержка альтернативных и более экологичных проектов может привести к краткосрочным экономическим потерям в ключевых секторах, таких как угольная и металлургическая промышленность. Это создает напряжение между сторонниками традиционной энергетики и сторонниками реформ.

Тем не менее, Казахстан осознает необходимость участия в

глобальной борьбе с изменением климата. Ускорение глобального потепления климата на планете и связанные с этим ужесточения международной климатической политики требуют от всех сторон Парижского соглашения:

- повышения национальных климатических амбиций;

- планирования и обеспечение инвестициями мер снижения выбросов ПГ и предоставления регулярной национальной отчетности сторонам РКИК ООН и Парижского соглашения о прогрессе на пути к достижению заявленной цели ОНУВ;

- планирования мер адаптации к последствиям изменения климата, чтобы предотвращать ожидаемые ущербы в уязвимых отраслях экономики, здоровью населения и биоразнообразию.

Ужесточение международной климатической политики стало причиной наблюдаемой в настоящее время стремительной трансформации условий международной торговли и предпочтений инвесторов, которые становятся ориентированными на углеродную нейтральность.

Еще одним сдерживающим фактором является недостаточная техническая подготовка и доступность данных. Переход на низкоуглеродные технологии требует не только финансовых, но и высоких технологических навыков, а также системного подхода к мониторингу и отчетности по выбросам. В отсутствие необходимых данных и подготовленных специалистов достичь согласованности в подходах и оценках становится сложно, что усиливает скептицизм среди государственных органов и бизнеса.

Социальные риски, связанные с декарбонизацией, также сдерживают процесс. Социальные риски, такие как угроза потери рабочих мест в угольной промышленности, усиливают общественное сопротивление, особенно в регионах, сильно зависящих от добычи угля. Поэтому разрабатываемые стратегии требуют учета социальной защиты работников,

связанных с угольной индустрией, и создания альтернативных рабочих мест.

Осознавая проблему нарастающих климатических угроз и принимая на себя ответственность, Казахстан намерен выполнить свои обязательства по сокращению выбросов ПГ в рамках Парижского соглашения.

В этой связи Казахстан оценивал возможность повышения своих климатических амбиций. АО «Жасыл даму» принимало непосредственное участие в этом процессе. Как показали результаты анализа, основанные на построении и применения комплекса сложных моделей[8], сокращение выбросов ПГ до конца 2030 года на 15% относительно уровня выбросов 1990 года является весьма сложной задачей для Казахстана. Идентифицированы риски не реализации ОНУВ, предложены меры и сроки устранения барьеров для частных инвестиций в низкоуглеродные проекты.

АО «Жасыл даму» разработало проекты Обновленного ОНУВ РК до 2030 года и Дорожной карты реализации ОНУВ РК на 2021-2025 годы[9]. Однако документы до сих пор не утверждены Правительством РК из-за неуверенности некоторых государственных органов в выполнимости секторальных индикаторов, которые следует достигать для реализации целей ОНУВ. Острые обсуждения, главным образом, ведутся вокруг предложенных быстрых темпов озеленения сектора производства электрической и тепловой энергии, темпов снижения энергоемкости и углеродоемкости ВВП, зафиксированных в проектах ОНУВ и Дорожной

---

[6] Моделирование и анализ сценариев декарбонизации экономики выполнялось с участием международных моделистов-консультантов из Германии, Италии, Швеции и Украины.

[7] В ходе разработки документов АО «Жасыл даму» организовывало и проводило несколько раундов широкого обсуждения сценариев декарбонизации с пакетами институциональных и секторальных мер. В обсуждениях активно принимали участие представители бизнеса, различных профильных консалтинговых компаний (международных и национальных), представители международных агентств и финансовых институтов, оказывающих Техническую помощь Правительству РК в этой и смежных сферах исследования, атакже отдельные эксперты и НПО. Замечания и предложения были максимально учтены. Однако представители государственных органов пассивно участвовали в обсуждениях, предоставляя в основном требуемую информацию и отвечая на вопросы участников обсуждения в пределах своих компетенций.

карты.

Согласно нашим расчетам с использованием моделей, достижение безусловных обязательств, которые взял на себя Казахстан по снижению выбросов ПГ на 15% к 2030 году относительно уровня 1990 года приведет к снижению энергоёмкости ВВП на 38,9% в течение 2021-2030 гг., углеродоёмкости ВВП на 41,4% за тот же период. При росте электропотребления в Казахстане до 129,9 млрд. кВтч к 2030 году доля угольной генерации должна снизиться с 68,9% в 2020 году до 40,6%, доля газовой генерации должна увеличиться с 21,6 % до 25,1%, доля ВИЭ с учетом крупных ГЭС – вырасти с 11% до 32,7%. Это позволит в среднем на 26,6% снизить удельные выбросы углекислого газа (CO_2) на производство 1 кВтч в Казахстане[10]. В целом такой «амбициозный» план развития электроэнергетического сектора может привести к некоторому ускорению ожидаемого среднегодового темпа роста ВВП с 3,41% (в базовом сценарии) до 3,67% (в амбициозном сценарии).

Еще более горячие дискуссии имели место вокруг предложенного проекта Стратегии. Суть в том, что достижение углеродной нейтральности к 2060 году требует более ускоренной декарбонизации и снижения выбросов ПГ на 25% до 2030 года (вместо 15%). Обе цели были заявлены Казахстаном еще в 2015 году: «-15%» - это безусловная цель ОНУВ, которую Казахстан обещал выполнить при любых условиях, а доведение сокращения объемов выбросов ПГ до «-25%» - это условная цель. Казахстан заявил, что такая цель в принципе достижима при условии оказания Казахстану внешней помощи на цели декарбонизации.

---

[8] Согласно Концепции по вхождению Казахстана в число 30 самых развитых государств мира (2014 г.), к 2050 году необходимо снизить средние выбросы углекислого газа (CO_2) при производстве 1 кВтч электроэнергии с 1000 г CO_2/кВтч до 350 г CO_2/кВтч, то есть в 3 раза. Это должно быть достигнуто за счет модернизации генерирующих мощностей, а также увеличения до 50% доли альтернативной энергетики в удовлетворении внутреннего спроса на электроэнергию.

Важно отметить, что жесткие дискуссии по поводу «невыполнимости заявленных Казахстаном намерений» поднимают представители интересов предпринимательства энергоемких/углеродоемких секторов экономики, а также угольной промышленности и угольной генерации электро- и теплоэнергии. Эти группы высказывают опасения, что ускоренный переход к низкоуглеродной экономике подорвёт экономику, хотя игнорируют риск, что сохранение высоких выбросов может серьёзно снизить конкурентоспособность казахстанской продукции на международных рынках. В условиях ужесточения глобальных стандартов по углеродному следу, товары с высокой углеродоёмкостью могут попасть под ограничения и квоты, повышающие их стоимость для импортеров и снижающие спрос.

Стремительная трансформация международной торговли, всё чаще ориентированной на углеродную нейтральность, а также повышенные требования к экологическим показателям продукции от международных инвесторов и покупателей, в перспективе могут вызвать значительное снижение экспортной выручки Казахстана. Такие сценарии уже наблюдаются в ряде стран, где высокоуглеродная продукция сталкивается с тарифами и квотами, а международные инвесторы постепенно выводят капиталы из углеродоёмких отраслей.

Потенциальное сокращение экспорта и отток прямых иностранных инвестиций из Казахстана может привести к значительному снижению доходов государства и вызвать резкий спад налоговых поступлений. Это, в свою очередь, ослабит государственный бюджет и окажет негативное влияние на финансирование критически важных социальных программ и инфраструктурных проектов, что усилит социальное и экономическое давление внутри страны. Промедление с принятием стратегически важных решений по декарбонизации грозит Казахстану повторением экономического кризиса, подобного переходному периоду 1990-х годов,

когда разрыв экономических связей привёл к длительному кризису с тяжёлыми последствиями для населения.

Таким образом, отказ от реализации климатической повестки может поставить Казахстан в уязвимое положение на мировой арене, а промедление с декарбонизацией создаст дополнительные риски экономической изоляции и утраты позиций на глобальном рынке.

1.3. Энергоемкость и углеродоёмкость ВВП Республики Казахстан.

Казахстан входит в топ-10 стран, обладающих наибольшими запасами угля в мире[11], и остается одним из крупнейших в мире производителей дешевого угля. Гигантское месторождение каменного угля в Экибастузе включено в книгу рекордов Гиннеса. Месторождение разрабатывается открытым способом, уголь лежит почти на поверхности земли. Себестоимость добычи Экибастузского угля – самая низкая в мире. Этот фактор стал одной из причин низкой стоимости электроэнергии в Казахстане, поскольку угольная генерация обеспечивает большую часть национального энергопотребления, снижая затраты для энергоёмких отраслей.

В центральных регионах страны имеется крупнейшее Карагандинское месторождение коксующегося угля, здесь добываются и перерабатываются руды черных и цветных металлов. На горно-металлургический комплекс приходится почти 50% электропотребления в Казахстане (см. рисунок П.2 «Отраслевая структура электропотребления в Казахстане в 2020 году» в Приложении). Кроме того, по всему Казахстану имеются десятки других, в том числе очень крупных разрабатываемых и еще не тронутых месторождений каменного и бурого угля.

[11] Согласно данным British Petroleum, обеспеченность углем Казахстана с учетом текущих уровней добычи составляет 226 лет. См. BP Statistical Review of World Energy July 2021 http://www.bp.com/statisticalreview

Отсутствие выхода к морским портам делает экспорт угля менее конкурентоспособным, поэтому страна вынуждена максимально использовать угольные ресурсы внутри страны, на месте добычи[12]. Это, в свою очередь, укрепляет зависимость экономики от угля и угольной генерации, несмотря на стремление Казахстана к декарбонизации и выполнению международных климатических обязательств.

Кроме угля, Казахстан обладает значительными запасами нефти, газа и урана. В результате структура топливно-энергетического баланса почти полностью, на 99% состоит из ископаемых ресурсов, в том числе на 53,7% из угля, на 23,6% из нефти, на 21,5% из природного газа. Лишь 1,2% энергетического баланса приходится на ВИЭ[13]. Такая структура энергетики ведёт к высокой углеродоёмкости и энергоёмкости экономики, делая Казахстан одним из ведущих производителей парниковых газов на душу населения в мире.

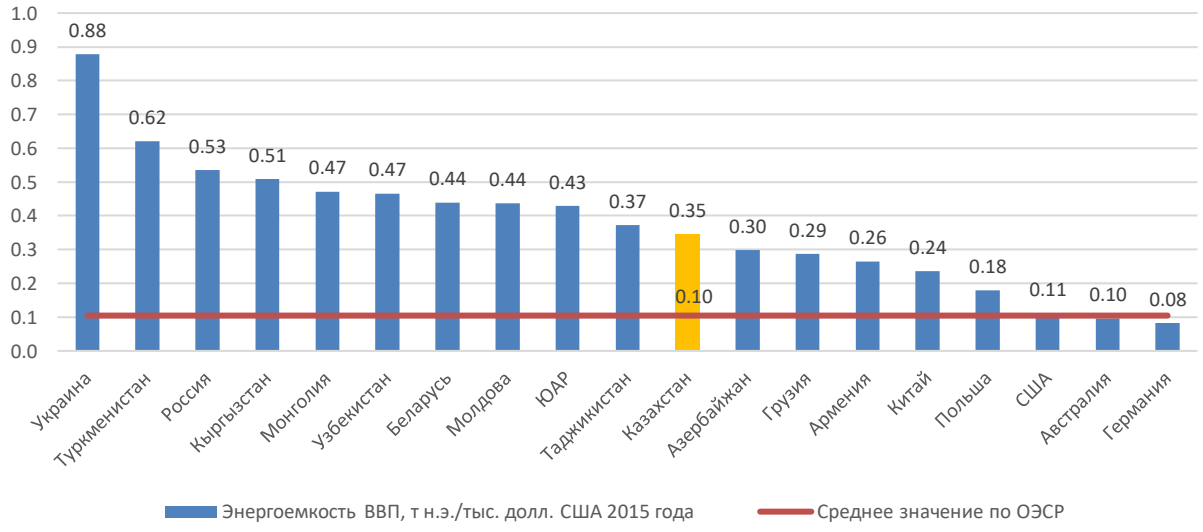
Всё вышеотмеченное поясняет, почему экономика Казахстана была и всё ещё остаётся одной из самых энергоёмких и углеродоёмких экономик мира (см. рисунки 1.1-1.3). В тоже время, по оценкам многочисленных исследований, экономика Казахстана, несмотря на резко континентальный климат на большей части территории страны[14], имеет высокий потенциал повышения энергоэффективности и энергосбережения. Внедрение новых технологий, модернизация инфраструктуры и увеличение доли ВИЭ в энергетическом балансе могут снизить углеродоёмкость экономики и повысить её устойчивость к изменению климатической политики и рыночных условий на глобальном уровне.

На рисунке 1.1 представлена энергоёмкость ВВП Казахстана в сравнении с энергоёмкостью ВВП большинства постсоветских стран, а

[12] текущие объемы экспорта угля обусловлены тем, что 10 крупнейших электростанций советской России были до распада СССР спроектированы на сжигание экибастузского угля.
[13] Данные за 2017 год, предоставлены Бюро национальной статистики Казахстана.
[14] жаркое лето и суровые зимы

также Монголии, Китая, США, Австралии, ЮАР, Польши и Германии. Последние 6 стран наряду с Россией, Казахстаном и Украиной входят в топ-10 стран, владеющих крупнейшими запасами угля в мире. Согласно приведенным данным Международного энергетического агентства (МЭА), энергоёмкость ВВП Казахстана выше:

- в 3,5 раза, чем средняя энергоёмкость экономик стран ОЭСР;
- на 68,8%, чем энергоёмкость ВВП Китая;
- в 2 раза, чем у Польши;
- в 3,2 раза, чем у США;
- в 3,5 раза, чем у Австралии и
- в 4,4 раза, чем у Германии.



Примечание: рисунок построен на основе данных Key World Energy Statistics 2021[15]

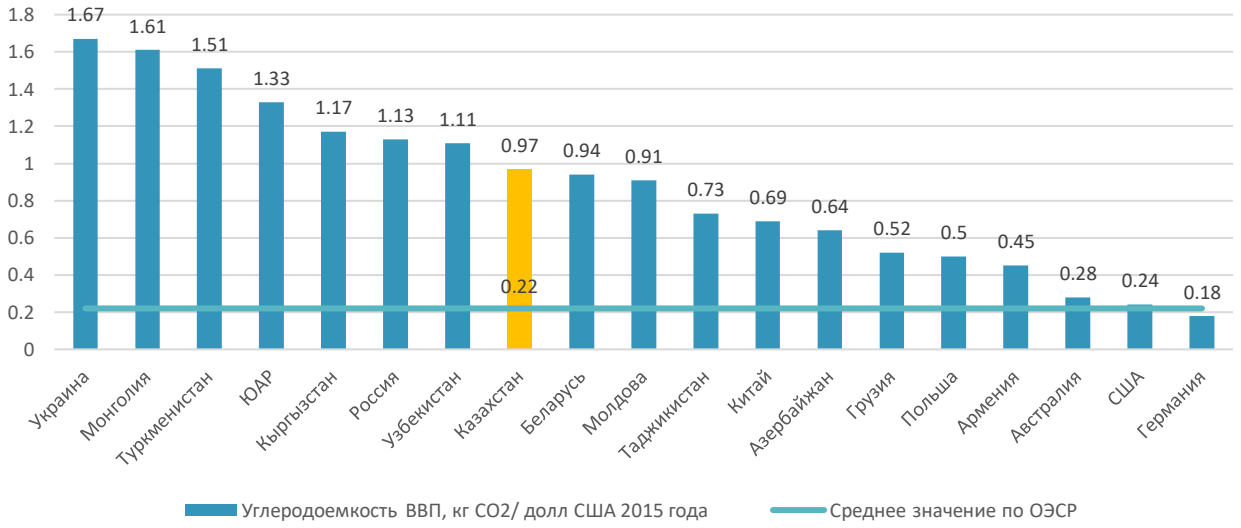
Рисунок 1.1 – Энергоёмкость ВВП Казахстана в сравнении с другими странами и средним значением ОЭСР, по данным Международного энергетического агентства за 2019 год.

По данным МЭА (см. рисунок 1.2), углеродоёмкость ВВП Казахстана выше:

- в 3,4 раза, чем средняя углеродоёмкость экономик стран ОЭСР;

[15] https://www.iea.org/reports/key-world-energy-statistics-2021

- на 40,6%, чем углеродоёмкость ВВП Китая;
- на 94%, чем у Польши;
- в 2,5 раза, чем у Австралии;
- в 3 раза, чем у США,
- в 4,4 раза, чем у Германии.



Примечание: рисунок построен на основе данных Международного энергетического агентства (МЭА)[16]

Рисунок 1.2 – Углеродоемкость ВВП Казахстана в сравнении с другими странами и средним значением ОЭСР, по данным Международного энергетического агентства за 2019 год.

По данным The Global Carbon Atlas, Казахстан по углеродоёмкости ВВП (с учётом только выбросов CO_2) входит в топ-5 самых углеродоёмких экономик мира (см. рисунок 1.3) с показателем 0,68 кг CO_2/долл. США.

[16] Key World Energy Statistics 2021 https://www.iea.org/reports/key-world-energy-statistics-2021

Territorial Per GDP ($kgCO_2$/GDP)

Rank	Country	$kgCO_2$/GDP
1	Mongolia	1.64
2	Trinidad and	0.98
3	Turkmenistan	0.82
4	South	0.69
5	Kazakhstan	0.68
6	Venezuela	0.66
7	Ukraine	0.64
8	Bosnia and	0.63
9	Iran	0.58
10	Serbia	0.54
11	Bahrain	0.52
12	Kyrgyzstan	0.52
13	Russian	0.50
14	Uzbekistan	0.50
15	China	0.43
16	Republic of South	0.42

Источник: *http://www.globalcarbonatlas.org*

Рисунок 1.3 – Топ наиболее углеродоёмких экономик мира в 2019 году, по данным The GlobalCarbon Atlas (2021)

Новые условия международной торговли и международного инвестирования в соответствии с зелёной таксономией не оставляют выбора углеродоёмким экономикам. Нужно как можно скорее становиться углеродонейтральными. Усиление текущей политики повышения энергоэффективности и энергосбережения в Казахстане будет способствовать повышению конкурентоспособности казахстанских экспортеров и инвестиционной привлекательности национальной экономики.

1.4. Краткий обзор политики повышения энергоэффективности в Республике Казахстан.

В последние годы Казахстан сталкивается с серьёзной задачей — снижением энергоёмкости экономики для соответствия международным климатическим обязательствам и устойчивому развитию. При этом текущие инициативы в области повышения энергоэффективности остаются ограниченными, не получая необходимой институциональной и финансовой поддержки. Несмотря на масштабный потенциал для снижения энергопотребления, реализация мер энергоэффективности по-прежнему носит преимущественно добровольный характер и не сопровождается достаточными экономическими стимулами для промышленных предприятий.

Все субъекты Государственного энергетического реестра (ГЭР)[17] обязаны внедрить у себя систему энергетического менеджмента. Субъектами ГЭР являются: (1) все крупные потребители энергоресурсов от 1500 т у. т. в год и выше; (2) все предприятия и организации квазигосударственного сектора; (3) государственные органы.

Одним из ключевых недостатков является отсутствие комплексной политики, направленной на создание экономических стимулов для промышленных потребителей, которые могли бы активно повышать энергоэффективность. Хотя субъекты Государственного энергетического реестра (ГЭР) обязаны внедрять системы энергетического менеджмента и проводить энергоаудиты, чётких стандартов и мер контроля за качеством этих аудитов пока не разработано. В этой связи, как утверждает Оператор ГЭР, услуги, оказываемые аккредитованными энергоаудиторами субъектам ГЭР, в подавляющем большинстве случаев неудовлетворительного качества. Кроме того, отсутствуют штрафы или санкции за несоблюдение

[17] Оператор ГЭР – ИРЭЭ

предписаний, что ослабляет значимость данных обязательств и снижает заинтересованность предприятий в реальных улучшениях.

С января 2015 года в Республике Казахстан запрещены продажа и использование электрических ламп накаливания мощностью 25 Вт и выше в цепях переменного тока в целях освещения[18]. Тем не менее, в магазинах страны до сих пор свободно продаются импортные электрические лампы накаливания для внутреннего и наружного освещения мощностью до 200 Вт. Это свидетельствует о том, что на них сохраняется спрос, а исполнительные органы не контролируют исполнение закона. Спрос в значительной мере обусловлен сравнительной их дешевизной в сравнении с диодными лампами, а также низкими тарифами на электроэнергию. Государство не занимается широким информированием населения для формирования у граждан дружественного к окружающей среде потребительского поведения.

Государственная программа индустриально-инновационного развития на 2020–2025 гг. в отличие от предыдущих (на 2010-2014 гг. и 2015-2019 гг.) не нацелена на энергоэффективное развитие обрабатывающей промышленности, что может привести к увеличению выбросов ПГ, поскольку планируется наращивание энергоемких производственных мощностей.

Для обеспечения перехода к энергоэффективной и устойчивой экономике Республике Казахстан потребуется более комплексный подход, включающий как обязательные стандарты и регуляции, так и значительное расширение экономических стимулов для бизнеса и населения, активное информирование и развитие инфраструктуры для использования энергоэффективных технологий.

[18] Статья 13 Закона РК «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» от 13 января 2012 года №541-IV

1.5. Потенциал повышения энергоэффективности и энергосбережения в Республике Казахстан.

С учетом текущих вызовов, Казахстан имеет значительный потенциал для повышения своей энергоэффективности и снижения энергозатрат в экономике. Обладая высокими уровнями потребления энергии на душу населения и в промышленном секторе, страна имеет потенциал для значительного сокращения энергозатрат, что позитивно отразится на всех секторах экономики. Оценка возможностей повышения энергоэффективности позволит выработать целостный подход к использованию имеющихся ресурсов и снижению выбросов парниковых газов, обеспечив Республике Казахстан дополнительные конкурентные преимущества на мировой арене.

1.5.1. Оценка ИРЭЭ на основе компиляции заключений энергоаудиторов.

Согласно данным Оператора ГЭР (ИРЭЭ), суммарный потенциал мер энергосбережения, рекомендованных энергоаудиторами субъектам ГЭР, составляет 5,374 млн. т у.т. Это – 9,2% от суммарного энергопотребления субъектов ГЭР, которое составляет 58,504 млн. т у.т., и 5,1% от совокупного потребления энергоресурсов в Республике Казахстан, которое составляет 104,537 млн. т у.т.

С учетом предполагаемого 4%-ного среднегодового темпа роста ВВП объем ВВП к 2030 году может увеличиться на 35% относительно уровня 2015 года. Если рекомендованные энергоаудиторами меры повышения энергоэффективности будут в полном объеме реализованы субъектами ГЭР, то энергоемкость ВВП может снизиться к 2030 году на 27,2% от уровня 2015 года и составить 0,22 т н.э./ тыс. долл. (2015). Данный потенциал снижения энергоемкости ВВП оценен из предположения сохранения действующей государственной политики повышения энергоэффективности.

1.5.2. Оценка в контексте реализации ОНУВ.

ОНУВ – это план действий по сокращению выбросов и адаптации к изменению климата. Каждая сторона Парижского соглашения должна разработать ОНУВ и обновлять его каждые пять лет. В своих ОНУВ страны устанавливают целевые показатели сокращения выбросов парниковых газов, обуславливающих изменение климата, и адаптации к последствиям изменения климата. Эти планы определяют порядок достижения целевых показателей и содержат детально проработанные механизмы мониторинга и проверки хода их достижения, чтобы этот процесс не отклонялся от графика.

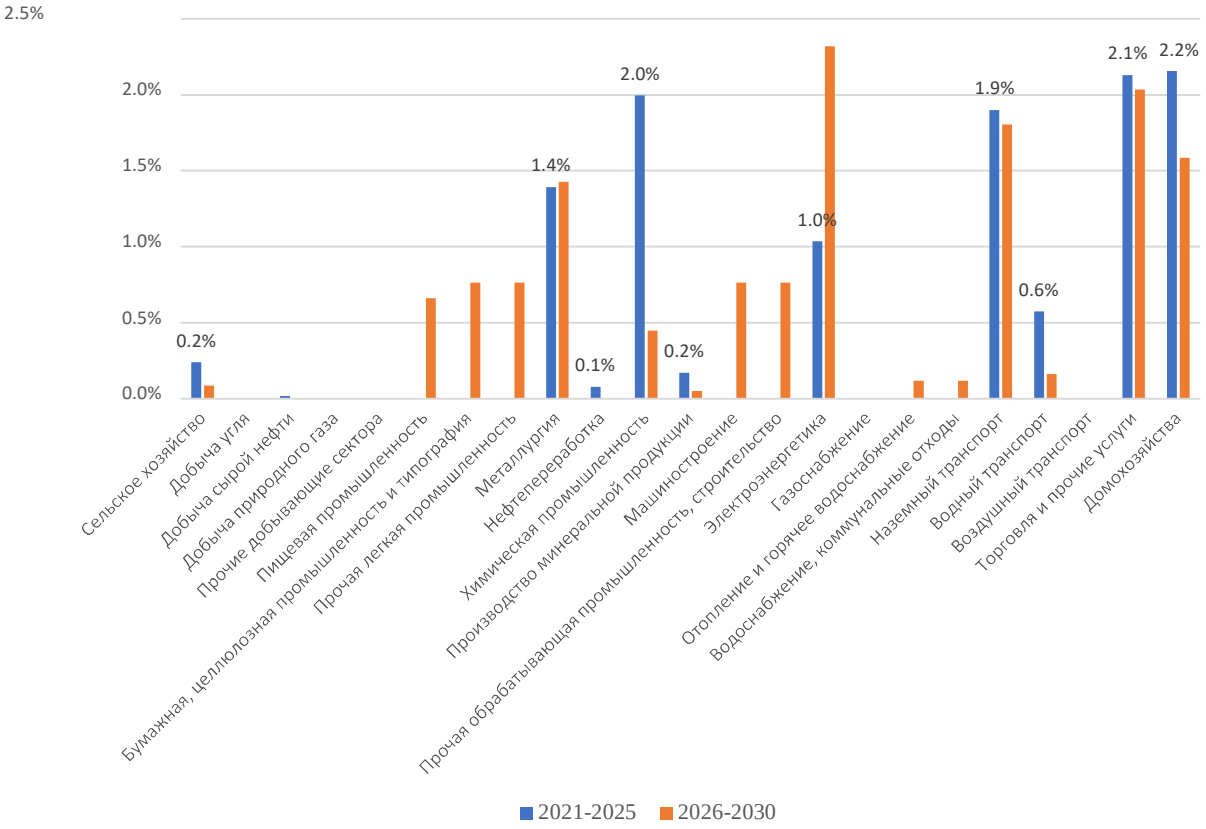
В Парижском соглашении содержится требование к странам обновлять их ОНУВ каждые пять лет. Однако с учетом значительного разрыва между сокращением выбросов, необходимым для ограничения роста глобального потепления до 1,5 °C, и запланированным в настоящее время сокращением выбросов в Климатический пакт Глазго, принятый в ноябре 2021 года, был включен призыв ко всем странам в 2022 году пересмотреть и ужесточить целевые показатели, содержащиеся в их ОНУВ. Ожидается, что новый цикл обновлений приведет к повышению амбициозности целей в плане более резкого сокращения объема выбросов и принятия более широкомасштабных мер по адаптации. ОНУВ, которые с течением времени будут приведены в соответствие друг с другом, имеют важное значение для обеспечения пригодного для жизни будущего для всех людей на планете.

Наиболее эффективные ОНУВ предусматривают масштабные цели и широкий охват. Опираясь на достоверный анализ и надежные данные, они помогают странам начать радикальный переход к более экологичной и

устойчивой модели развития. Они служат ориентиром для необходимых сдвигов в различных секторах экономики и дают возможность переосмыслить принципы общественного производства и потребления.

Согласно оценке, на базе предыдущей оценки ОНУВ, реализация мер декарбонизации, включенных в проект Дорожной карты реализации обновленного ОНУВ РК на 2021-2025 годы, позволит к 2030 году повысить энергоэффективность ВВП на 38,9%.

В разрезе секторов экономики предпочтительный (с точки зрения достижения безусловной цели ОНУВ) среднегодовой темп повышения энергоэффективности по пятилетним периодам проиллюстрирован на рисунке 1.4 ниже.



Источник: Проект обновленного ОНУВ РК

Рисунок 1.4 – Среднегодовой темп повышения энергоэффективности отраслей экономики попятилетним периодам, в % от уровня 2017 года

Глава 2. Использованные инструменты и методы

Для выполнения количественной оценки потенциала снижения выбросов с помощью инструментов углеродного ценообразования, повышения энергоэффективности и оценки инвестиционной потребности реализации мер декарбонизации моделирование сценариев выполнялось на моделях TIMES и CGE. Эти модели были построены специально для совершенствования государственной климатической политики в Республике Казахстан, ориентированной на выполнение национальных обязательств в рамках Парижского соглашения без ущерба национальным интересам развития страны.

2.1. Энергетическая модель TIMES.

TIMES (The Integrated MARKAL-EFOM System) – интегрированная система для моделирования энергетики была разработана Международным энергетическим агентством при ОЭСР. Это – усовершенствованный MARKAL (Market Allocation model), который основывался на технологически детализированном подходе к моделированию энергетики, интегрированный с энергетической моделью EFOM, которая базировалась на экономическом подходе к моделированию. И MARKAL, и EFOM строятся «снизу вверх», поэтому TIMES отличается высокой технологической и экономической детализацией, что обеспечивает превосходные результаты на средне- и долгосрочные периоды. Результаты TIMES могут быть использованы для разработки среднесрочных и долгосрочных планов и стратегий развития секторов, связанных с производством, преобразованием, хранением, транспортировкой, распределением и потреблением энергоресурсов с учетом ограничений по выбросам ПГ.

TIMES представляет собой оптимизационную модель частичного равновесия. Решения, которые предлагает TIMES, отвечают требованию полного удовлетворения энергетических потребностей экономики в будущем с наименьшими инвестиционными и операционными затратами. Модель великолепно справляется с вычислением будущей потребности экономики в энергоносителях (конечного спроса на энергоносители) по видам, технологиям и секторам и предлагает наиболее оптимальное решение по его полному удовлетворению с наименьшими затратами. Можно генерировать бесконечное количество сценариев и проводить углубленный анализ развития «энергетики» и воздействия энергетической деятельности на климат. Под «энергетикой» в TIMES понимается производство, преобразование и хранение, передача и распределение и конечное потребление энергоносителей (см. подробнее рисунок 2.1).

В модель вводятся такие данные как: существующие и будущие источники первичных энергоресурсов и их потенциал; характеристики действующего парка технологического оборудования, связанного с энергоносителями в разбивке по секторам; характеристики доступных будущих технологий; характеристики магистральной и распределительной инфраструктуры; конечный спрос на энергоносители по отраслям, регионам, городам, сельским населенным пунктам; экономические параметры, климатические параметры и многое другое. Модель учитывает взаимную торговлю энергоносителями с внешним миром.

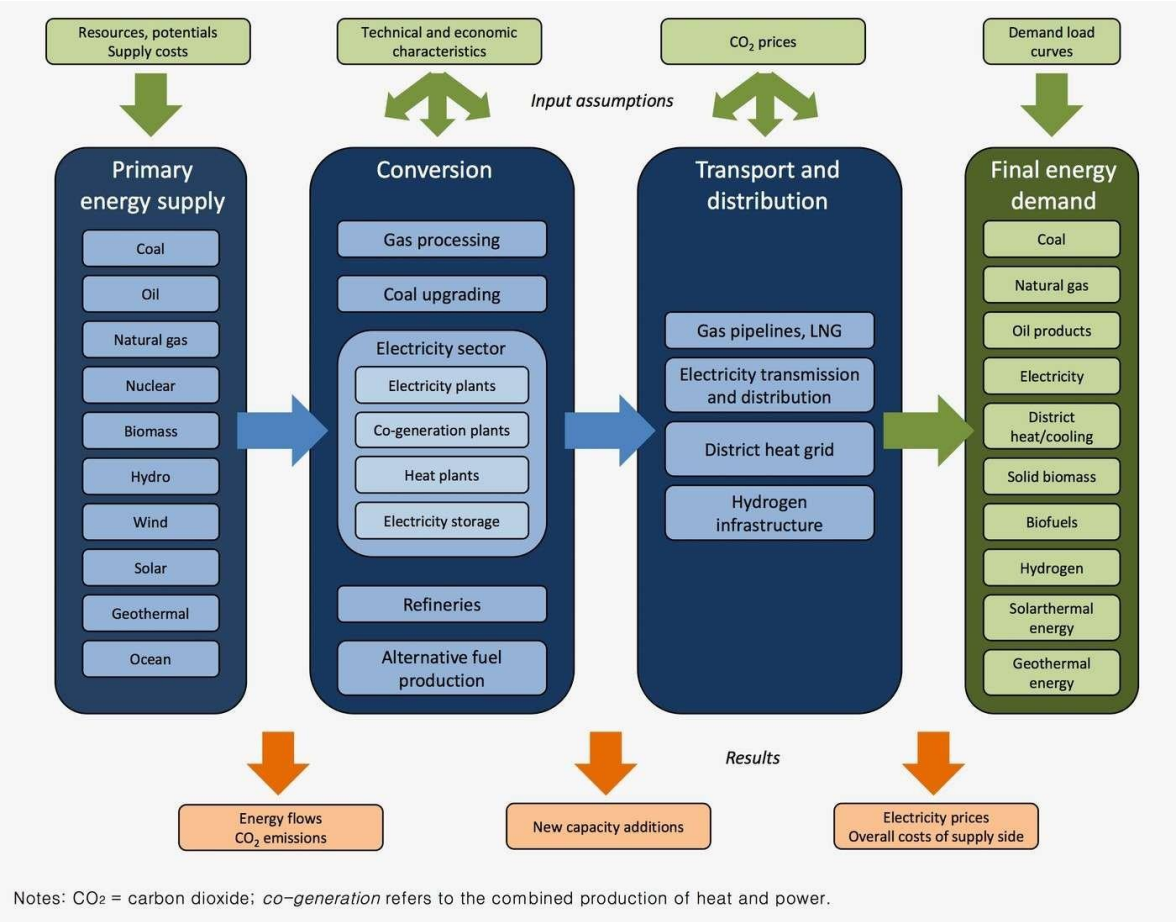
При моделировании различных сценариев в модель вводятся предположения о факторах, которые способны в будущем менять предпочтения инвесторов, потребителей и т.д. Для этого используются различные опубликованные аналитические прогнозы, результаты

обсуждения со стейкхолдерами и экспертами и т.д. Вводятся всевозможные ограничения. Например, характеризующие доступность ресурсов, различные цели развития, регуляторные изменения и т.д.

Модель TIMES-KZ может предоставлять подробную информацию о будущих потоках[19] энергоносителей и связанных с ними выбросах ПГ; о необходимых дополнительных мощностях и требуемых технологических нововведениях; о необходимых инвестициях для оптимального удовлетворения потребности экономики в энергоресурсах, стоимости энергоснабжения в зависимости от ограничения выбросов ПГ в энергосистеме и предельных затратах на сокращение выбросов ПГ и пр.

Модель великолепно справляется с вычислением оптимальной технологической структуры отраслей, то есть может определить набор технологий с наименьшими затратами, необходимый для удовлетворения ожидаемого конечного спроса на энергоносители со стороны промышленности, транспорта, сельского хозяйства, строительства и т.д.

[19] На рисунке 1.4 «потоки» показаны как горизонтальные синие стрелки. Это – потоки разных видов энергоносителей (1) от добывающих секторов и импорта первичных энергоресурсов в сектора преобразования первичных энергоресурсов во вторичные энергоносители, а также на экспорт, (2) от сектора преобразования/импорта вторичных энергоносителей к конечным потребителям энергоносителей в разных секторах экономики и на экспорт и их ценами.



Источник: https://www.iea.org/reports/etp-model-2017/energy-conversion

Рисунок 2.1 – Упрощенное представление структуры модели TIMES

В модели TIMES моделируются:

1. Технологии (или процессы) – это представления действующих установок, которые преобразуют одни виды товаров в другие. Процессы могут быть (1) первичными источниками товаров (например, процессы горнорудного производства, процессы импорта), (2) деятельностью по преобразованию (электростанции, котельные, нефте- и газоперерабатывающие заводы, заводы по переработке угля), (3) мобильные и стационарные установками конечного потребления энергоносителей (автомобили, системы отопления и пр.);

2. Товары (включая топливо) – это энергоносители, энергоуслуги,

материалы, денежные потоки и квоты на выбросы; товар либо производится, либо потребляется с помощью какой- либо технологии;

3. Товарные потоки являются связующим звеном между процессами и товарами (например, производство электроэнергии с помощью ветра). Поток имеет ту же природу, что и товар, но привязан к определенному процессу и представляет один вход или один выход этого процесса.

Технологии в модели описываются их техническими и экономическими параметрами, такими как эффективность преобразования первичных энергоресурсов во вторичные (кпд), удельные инвестиционные и операционные затраты и пр. TIMES позволяет включать и отключать опции, позволяющие модели при поиске наиболее оптимальных технологических решений выбирать те или иные «включенные» новые технологии, которые широко не используются в стране сейчас, но могут стать востребованными в будущем. Информация о новых технологиях уже имеется в TIMES, можно только подкорректировать стимостные параметры для казахстанского рынка. Наряду с этим моделисты на основе анализа вводят некоторые предположения о наиболее вероятных темпах их проникновения на казахстанский рынок.

Чтобы отразить региональные различия в энергетической модели TIMES-KZ, 14 областей и 3 города республиканского значения сгруппированы в 4 климатические зоны. Это сделано не только для адекватного учёта тепловой нагрузки при планировании теплоснабжения зданий, но и для детализированного учёта нестабильности потоков возобновляемых источников энергии (ветра и солнца). ВИЭ моделируются с указанием коэффициента использования установленной мощности, которая значительно меньше, чем у топливных электростанций, поскольку

зависит от локальных условий, времени суток и сезона года.

Социально-экономическая дифференциация регионов Республики Казахстан, а также различия в уровнях доходов и потребления городских и сельских домохозяйств были учтены при построении модели TIMES-KZ на основе той же разбивки регионов (14 областей и 3 городов республиканского значения) по климатическим зонам, а внутри 4-х климатических зональных групп домохозяйства характеризовались усредненными показателями отдельно по городским и сельским домохозяйствам. Это касается, значений электропотребления на душу населения в секторе домохозяйств, стоимости основных энергоносителей, доходов домохозяйств, квадратуры отапливаемых помещений, доступности централизованного электро-, тепло- и газоснабжения (трубопроводного), технологий приготовления пищи, стоимости энергоносителей для населения и бизнеса и пр.

Для углубленного анализа развития электроэнергетики наряду с традиционными технологиями генерации электро- и теплоэнергии TIMES рассматривает все возможности и ограничения использования возобновляемых и альтернативных источников энергии, технологий хранения и находит оптимальные решения с наименьшими затратами по вовлечению возобновляемых и альтернативных источников энергии в энергобаланс страны и т.д.

Чтобы инвестиционные решения могли учитывать изменения в спросе на электроэнергию и тепло, а также изменения в выработке электроэнергии с помощью определенных возобновляемых технологий, год в модели TIMES делится на 4 сезона, каждый сезон представлен типичным днем, типичные дни каждого сезона делятся на 12 ежедневных сегментов нагрузки

продолжительностью 2 часа[20].

Таким образом, модель TIMES учитывает среднесуточные нагрузки на электроэнергосистему по 4 сезонам года, также учитывает нестабильные потоки возобновляемых источников энергии в разбивке по часам суток, сезонам года и регионам страны.

С помощью моделирования реальных процессов, товаров и товарных потоков сначала строится эталонная модель, которая принимается за модель Базового сценария развития. Когда разработчики модели убедятся, что модель выдает адекватные результаты[21], то можно начинать строить в ней различные сценарии изменения политик, факторов производства и товарных рынков и т.д., анализировать полученные результаты и вырабатывать рекомендации Правительству РК для принятия обоснованных стратегических решений.

Для построения качественной модели необходимо вводить все данные за один год. На момент начала моделирования не были еще готовы данные по выбросам ПГ за 2018 год, поэтому было решено собирать данные за 2017 год. Таким образом базовым годом в используемых для данного исследования готовых моделях TIMES и CGE стал 2017-ый.

В основе модели TIMES-KZ данные:

- Топливно-энергетического баланса Республики Казахстан за 2017

[20] Следует добавить, что для более детального анализа развития энергосистемы (для анализа операционных аспектов электроэнергетического сектора) долгосрочная модель TIMES должна дополняться линейной диспетчерской моделью. Такая модель диспетчеризации должна уметь анализировать роль накопления электроэнергии, гибкого производства и реагирования на спрос (маневренных мощностей). Она должна использовать выходные данные модели TIMES для создания структуры электрической мощности для конкретного моделируемой территории (страна, регион страны) и конкретного года. Это позволит проводить подробный анализ всего года с временным разрешением в один час, используя наборы данных для ветроэнергетики, фотоэлектрической солнечной энергии и почасового спроса на электроэнергию и т.д.

[21] В нашем случае модель, в которой базовый год 2017-ый, сгенерировала практический точно потребность экономики в электроэнергии и структуру генерации 2020 года, которые совпали с фактическими данными, предоставленными Министерством энергетики РК.

год (источник БНС);

- Кадастр выбросов и поглотителей парниковых газов Республики Казахстан за 2017 год, размещенный на сайте Секретариата РКИК ООН (источник АО «Жасыл даму»);
- разных разделов официальной статистики (БНС);
- предоставленные госорганами и компаниями по запросу (которых нет в базе данных БНС).

Сценарии мер энергоэффективности с соответствующими мерами моделировались в TIMES с использованием готовой эталонной модели (Базового сценария), соответствующей текущей политике Правительства РК, включая и климатическую.

Поскольку модель TIMES-KZ долгосрочная, принят шаг в 5 лет. Это значит, что модель выдает прогнозные данные за 2017, 2020, 2025, 2030 годы и так далее через каждые 5 лет до 2060 года включительно.

Для получения значений индикаторов по промежуточным годам (2022-2024 и 2026 гг.) выполнялась равномерная интерполяция между полученными от модели значениями в Excel. Поэтому в таблицах с результатами модели TIMES показаны значения до 2030 года. Данные за 2017, 2020, 2025, 2030 годы – точные. Все остальные значения досчитывались вне модели.

2.2. Макроэкономическая модель CGE.

CGE – это исчисляемая макроэкономическая модель общего равновесия, позволяющая оценивать влияние различных регуляторных политик на различные параметры развития рыночной экономики. Модель CGE строится «сверху вниз», основывается на теории макро и микроэкономики и является симуляционым инструментом для сравнения

параметров развития экономики при изменении различных факторов. Согласно названию, все рынки в модели должны быть смоделированы, поскольку предполагается, что все рынки в модели сбалансированы.

В отличии от TIMES она позволяет не только оценить влияние политик на различные макроэкономические показатели, но также «досчитать» влияние политических реформ на национальные выбросы ПГ, охватив те источники выбросов и поглощений, которые не относятся к энергетической деятельности, соответственно не моделируются в TIMES.

На рисунке 2.2 представлена упрощенная схема модели CGE с товарно-денежными взаимоотношениями между агентами рынков.

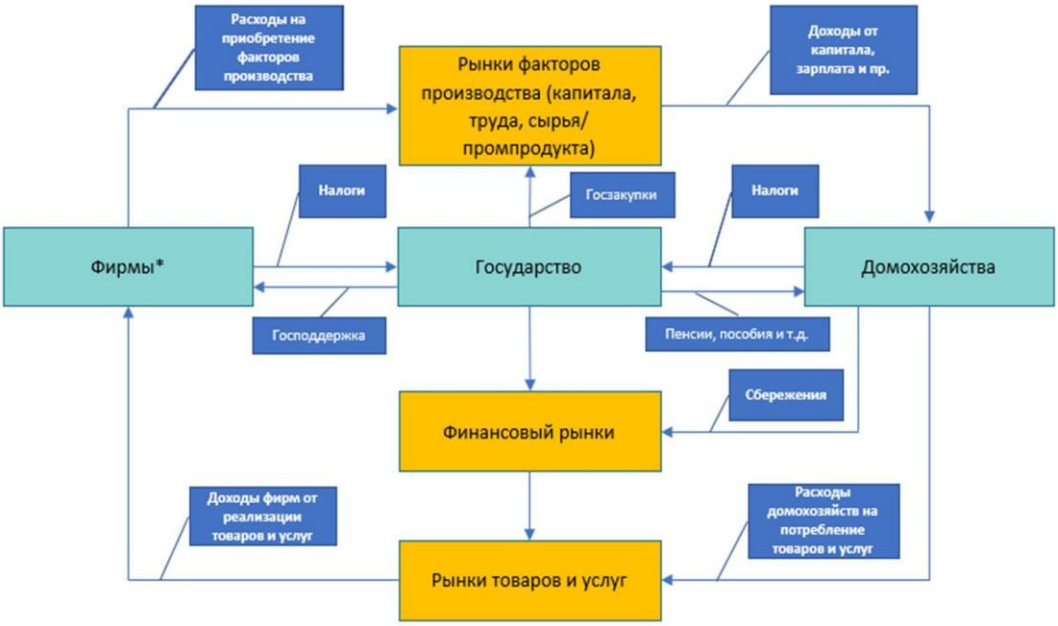


Рисунок 2.2 – Упрощенная схема модели CGE

В модели CGE есть три типа экономических агентов: (1) государство, (2) фирмы и (3) домохозяйства, которые взаимодействуют между собой в том числе через товарные и финансовые рынки (денежные потоки показаны на рисунке 2.2 в виде синих стрелок с надписями). Кроме того, учитывается

взаимосвязь агентов с внешним миром (импорт и экспорт товаров, инвестиций, кредитов/ссуд, налогов) и т.д. (см. подробнее таблицу 2.1).

Основой модели CGE является откалиброванная матрица счетов межотраслевого баланса SAM. SAM готовой модели CGE-KZ описывает фактическую взаимосвязь между государством, домохозяйствами и фирмами (различными секторами экономики), по состоянию на 2017 год.

Модель CGE строится с учетом следующих основополагающих допущений:

- все рынки находятся в равновесии (спрос равен предложению) и контролируются с помощью относительных цен;
- поведение экономических агентов математически стремиться к оптимуму: максимизируется полезность приобретаемых факторов производства и потребительских товаров и услуг;
- агенты не превышают бюджетные ограничения: сумма расходов каждого индивидуального агента равна сумме его доходов/поступлений денежных ресурсов.

Производство товаров и услуг в модели CGE представлено производственными функциями, определяющими возможность или невозможность частичной, или полной взаимозаменяемости факторов производства, таких как энергоносители, природные ресурсы, неэнергетические продукты промежуточного потребления, капитал и труд и т. д. (см. рисунок 2.3). Например, при удорожании инвестиционных ресурсов наблюдается снижение инвестиций в основные фонды, соответственно, увеличивается привлечение более дешевых трудовых ресурсов чем высокопроизводительные дорогостоящие технологии. Соответственно снижается производительность труда, капиталоемкие

производства вытесняются трудоемкими. При удорожании одних видов энергоносителей, они могут быть замещены другими более дешевыми, если технологический процесс позволяет и инфраструктура поставки заменителя предусмотрена и т.д.

Таблица 2.1 – Структура матрицы SAM (упрощенная форма).

		Поступления								
		Виды экономической деятельности•	**Товары**	**Факторы производства**	**Домохозяйства**	**Государство**	**Налоги**	**Инвестиции**	**Остальной мир**	**ИТОГО**
Расходы	**Виды экономической деятельности•**		Внутренние продажи						Экспорт	**Общее предложение**
	Товары	Промежуточный спрос			Потребление домохозяйств	Потребление государства		Инвестиции		**Общий товарный доход**
	Факторы производства	Факторные платежи								**Доходы от факторов производства**
	Домохозяйства			Зарплата, рента		Переводы			Зарубежные переводы	**Доходы домохозяйств**
	Государство			Налог на капитал	Прямые налоги		Государственные доходы из налогов		Переводы	**Доходы государства**
	Налоги	На производство	По окончательному спросу		Подоходный налог				Налоги	**Доходы с налогов**
	Инвестиции									**Общие сбережения**
	Остальной мир									**Импорт**
	ИТОГО	**Общее предложение**	**Общие расходы на приобретение товаров**	**Расходы на приобретение факторов производства**	**Расходы домохозяйств**	**Государственные расходы**	**Расходы с налогов**	**Общие инвестиции**	**Иностранная валюта**	

Примечание: • «Виды экономической деятельности» соответствуют «фирмам» на рисунке 2.2

Примечание: факторы производства на концах углов с числами у вершин углов являются взаимозаменяемыми, указанные числа означают коэффициенты их взаимозаменяемости.

Рисунок 2.3 – Упрощенная логика отдельно взятой производственной функции

Программная платформа CGE: Модель CGE строится на основе программного комплекса GAMS[22], встроенного модуля MPSGE[23] для упрощённого неалгебраического и концептуального представления модели общего равновесия. Решение систем уравнений производится решателем PATH[24] для задач комплиментарной оптимизации.

Модель базируется на данных 2017 года из:

- Топливно-энергетического баланса Республики Казахстан;
- Кадастра выбросов ПГ в Республики Казахстан, формируемого АО «Жасыл даму» и доступного на сайте Секретариат РКИК ООН;
- Системы национальных счетов Республики Казахстан;
- Другой официальной статистики о национальной экономике (см. Таблицу 2.2).

[22] https://www.gams.com/

[23] https://www.gams.com/33/docs/UG_MPSGE_Intro.html

[24] https://www.gams.com/34/docs/S_PATH.html

Таблица 2.2 – Входная информация в модель CGE и ее источники

#	Входная информация для CGE	Источники данных
1	Использование товаров и услуг	Комитет по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан•
2	Чистые налоги на продукты	
3	Прочие налоги на производство за вычетом субсидий	
4	Зарплата	
5	Накопление основного капитала	
6	Прибыль, смешанный доход	
7	Валовая добавленная стоимость	
8	Выпуск продукции (товаров и услуг) по базовым ценам	
9	Структура доходов домохозяйств, в среднем на домохозяйство, 2017 г.	
10	Официальный прогноз роста валовой добавленной стоимости по отраслям на 2019-2023 гг. (ПСЭР)	Официальный интернет-ресурс Министерства национальной экономики Республики Казахстан
11	Официальный прогноз экономических показателей Республики Казахстан на 2019-2023 гг.	Официальный интернет-ресурс Международного валютного фонда
12	Выбросы ПГ по источникам выбросов и отраслям, 2017 г.	Сайт секретариата РКИК ООН
13	Расходы топливно-энергетических ресурсов по видам и отраслям за 2017 год	Комитет по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан•
Примечание: • в настоящее время Бюро национальной статистики при Агентстве по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан		

Модель CGE, как и большинство проекционных моделей, отвечает на вопрос «что будет, если …?» и этих «если» может быть большое множество, в отличие от инструментов статистического прогнозирования, отвечающих на вопрос «что будет?» без «если». В сравнении с финансовыми моделями модель CGE предоставляет аналитикам и лицам, принимающим решения, информационную поддержку в виде не абсолютных, а относительных величин (относительно референтного сценария) для сопоставительного анализа множества различных оцениваемых сценариев с разными предположениями (ограничениями и возможностями развития). Используя эти относительные величины можно рассчитать абсолютные параметры, используя данные референтного (базового) сценария.

Используемая модель CGE была разработана в рамках программы Partnership for Market Readiness Всемирного Банка для обновления ОНУВ

Республики Казахстан. Она учитывает кумулятивное влияние стратегий, государственных программ и планов Системы государственного планирования (СГП).

Модели TIMES и CGE линкуются (связываются). Данные из TIMES передаются в CGE, которая использует их в качестве входных данных, дополнительно моделирует выбросы и поглощения ПГ в промышленности, не связанные с энергетическим потреблением углеводородного топлива, а также выбросы и поглощения в сельском и лесном хозяйствах и в населенных пунктах, связанных с землепользованием, а также выбросы в секторе управления отходами, также не связанные с удовлетворением энергетических потребностей.

2.3. Линкование моделей TIMES и CGE.

Согласно передовой мировой практике, для определения индикаторов долгосрочной климатической и энергетической политик следует использовать оба основных подхода к моделированию энергосистем: подход «снизу-вверх» и подход «сверху-вниз».

При подходе «сверху-вниз» к построению моделей используются агрегированные данные и по мере необходимости агрегированные данные детализируются. Такой подход априори подразумевает более низкую детализацию, чем моделирование, основанное на подходе «снизу-вверх». Соответственно, учитывая изначальный низкий уровень детализации, выходные данные будут более обобщенными и будут представлять общее состояние системы.

В противоположность подходу «сверху-вниз», подход «снизу-вверх»

базируется на более детальных данных[25] и учитывает разнообразные технологические аспекты. В основном, модели снизу-вверх это модели всей энергетической системы, такие как модель TIMES. Использование моделей TIMES и CGE в едином комплексе позволяет нивелировать слабые стороны и усиливать сильный стороны обоих подходов.

Для того чтобы модели TIMES и CGE работали как единый модельный комплекс, производится связывание моделей (линкование).

Существуют два подхода к линкованию моделей: жесткое линкование и мягкое линкование. В жестком линковании различные модели полностью интегрируются в единую более сложную модель с общим кодом. Недостатками жесткого линкования моделей является увеличение времени выполнения расчетов и сложность использования. Мягкое линкование подразумевает использование моделей раздельно на основе гармонизации (например, отраслевых структур) и наладки процедуры обмена выбранными данными через файлы Excel.

В нашем случае модели TIMES и CGE объединены в единый модельный комплекс методом мягкого линкования для квантификации влияния изменения различных политик на достижение целей ОНУВ и определения возможности повышения национальных климатических амбиций. Изменение энергоэффективности, инвестиций, выбросов ПГ и прочих параметров развития, рассчитанные моделью TIMES используются как входные данные моделью CGE.

---

[25] TIMES требует высокий уровень детализации входных данных по: (1) видам топливно-энергетических ресурсов, включая потоки ВИЭ в течение суток по сезонам года в разбивке по регионам страны, (2) нагрузке на электроэнергосистему, (3) используемым технологиям производства, транспортировки, хранения, потребления конечных видов энергоносителей и т.д. На основе всех входных детализированных данных модель TIMES выдает агрегированные данные по: (1) наиболее оптимальному распределению энергоресурсов, (2) использованию технологий, (3) необходимых для этого инвестиций, (4) конечных цен на топливно-энергетические ресурсы, которые будут иметь место при реализации всех рекомендованных моделью изменений, рассчитанных с учётом всех введенных ограничений и допущений

2.4. Описание подхода к моделированию сценариев

Для целей данного исследования использованы два семейства сценариев, каждая из которых состоит из трех основных сценариев:

- семейство сценариев климатической политики;
- семейство сценариев энергоэффективности.

Путём наложения двух семейств сценариев получаем сценарную матрицу 3x3, которая позволит выполнить анализ сценариев декарбонизации с учётом неопределённостей государственной климатической и энергетической политик. Оцениваемые меры могут иметь разный уровень влияния на макропоказатели развития (такие как ВВП, инвестиции, национальные выбросы ПГ, выбросы ПГ в разрезе секторов экономики) в зависимости от набора политик и их ключевых параметров, способствующих и сдерживающих достижение целей ОНУВ.

Семейство сценариев климатической политики включают:

- Базовый сценарий (BAU);
- Сценарий ужесточения действующей национальной СТВ (сценарий BAU_ETS);
  - Повышение ставки снижения углеродного бюджета с ежегодных 1.5% до варируемых 3-5% (3.8% CAGR)
- Сценарий ужесточения действующей национальной СТВ с одновременным введением углеродного налогообложения (BAU_ETS_CT) на нерегулируемые сектора.
  - Повышение ставки снижения углеродного бюджета с ежегодных 1.5% до варируемых 2-4% (3.1%-2.7%-2.2% CAGR)
  - Внедрение углеродного налогоблажения.
    - 2024-2025 годы – 5 долларов США за тонну CO_2

- 2026-2028 годы – 10-15-20 долларов США за тонну CO_2
- 2028-2030 годы – 30-35-40 долларов США за тонну CO_2

Семейство сценариев энергоэффективности базируются на предпосылках TIMES и подразделяются на:

- Базовый (Base);
- Пессимистичный (Pess);
- Оптимистичный (Opt).

Полученное семейство сценариев из техно-экономической модели «накладываются» на эталонную модель, которую мы называем Базовым сценарием, соответствующим всем действующим политикам СГП (сценарий BAU).

Глава 3. Входные параметры мер для моделирования.

3.1. Перечень мер, принятых для квантификации.

На базе государственных документов (в том числе, находящихся в разработке), были отобраны меры, которые поддаются формализации[26] для целей моделирования в TIMES и CGE. После завершения отбора мер, были разработаны основные входные параметры для моделирования мер. Параметры представляют собой измеримые индикаторы, характеризующие меры. Они необходимы для формализации и введения мер в модели сценариев реализации ОНУВ и мер энергоэффективности.

Было принято решение разрабатывать модели трёх сценариев семейства сценариев энергоэффективности, которые условно обозначены как «Базовый сценарий» (Base), «Пессимистичный сценарий» (Pess) и «Оптимистичный сценарий» (Opt). Соответственно, параметры каждой

[26] «Формализация» означает перевод мер энергоэффективности на язык математических формул и коэффициентов.

меры характеризуют разные темпы снижения энергоёмкости продукции отраслей. Описание сценариев приведено ниже в разделе 3.2.

По итогам экспертной оценки и проведения ориентировочного моделирования перечень мер с количественно измеримыми исходными для квантификации параметрами был утвержден и принят к моделированию (см. Таблицу 3.1).

Таблица 3.1 – Перечень мер, принятых к квантификации, с основными входными параметрамидля моделирования по сценариям

Наименование меры	Ключевой индикатор, описывающий меру	Количественное изменение индикатора вовремени в зависимости от сценария		
		Пессимистичный сценарий	Базовый сценарий	Оптимистичный сценарий
1. Внедрение системы энергетического менеджмента на энергопроизводящих и энергопередающих предприятиях	Снижение потерь энергоресурсов	на 1% в год	на 2% в год	на 3% в год
2. Повышение энергоэффективности в электроэнергетике	2.1 Снижение удельного расхода топлива на выработку электроэнергии	на 10% к 2030 году	на 10% к 2025 году	на 10% к 2023-2024 году
	2.2 Снижение удельного расхода топлива на выработку теплоэнергии	на 10% к 2030 году	на 10% к 2025 году	на 10% к 2023-2024 году
	2.3 Снижение потерь в электросетях	на 5% к 2025 году, на 10% к 2030 году	на 7,5% к 2025 году, на 15% к 2030 году	на 10% к 2025 году, на 20% к 2030 году
	2.4 Снижение потерь втеплосетях	на 10% к 2025 года, на 25% к 2030 году	на 15% к 2025 года, на 30% к 2030 году	на 20% к 2025 года, на 40% к 2030 году
3. Внедрение НДТ энергопроизводящими организациями, согласно Справочнику НДТ по энергоэффективности	Повышение КПД электростанций	на 3% к 2030 году	на 3% к 2025 году	на 3% к 2023-2024 году
4. Повышение энергоэффективности новых зданий до уровня требований классов «А» и «В»	Снижение удельного потребления теплоэнергии на отопление 1 м^2 помещений	на 15% к 2030 году	на 15% к 2025 году	на 15% к 2023-2024 году

5. Повышение энергоэффективности железнодорожных перевозок	5.1 Снижение удельного расхода электроэнергии на единицу грузоперевозок	с 76,73 до 76,54 кВтч/10 тыс. т-км к 2030 году	с 76,73 до 76,54 кВтч/10 тыс. т-км к 2025 году	с 76,73 до 76,54 кВтч/10 тыс. т-км к 2023-2024 году
	5.2 Снижение удельного расхода дизельного топлива на единицу грузоперевозок	с 0,350 до 0,347 кг у.т./ 10 тыс. т-км к 2030 году	с 0,350 до 0,347 кг у.т./ 10 тыс. т-км к 2025 году	с 0,350 до 0,347 кг у.т./10 тыс. т-км к 2023-2024 году
	5.3 Снижении удельного расхода электроэнергии на единицу пассажирских перевозок	с 9,88 до 9,29 кВтч/10 тыс. т-км к 2030 году	с 9,88 до 9,29 кВтч/10 тыс. т-км к 2025 году	с 9,88 до 9,29 кВтч/10 тыс. т-км к 2023-2024 году
	5.4 Снижении удельного расхода дизельного топлива на единицу пассажирских перевозок	с 0,706 до 0,701 кг у.т./ 10 тыс. т-км к 2030 году	с 0,706 до 0,701 кг у.т./ 10 тыс. т-км к 2025 году	с 0,706 до 0,701 кг у.т./10 тыс. т-км к 2023-2024 году
6. Установка автоматизированных тепловых пунктов	Снижение удельного расхода теплоэнергии на отопление 1 м^2 помещений	на 7% к 2030 году	на 7% к 2025 году	на 7% к 2023-2024 году
7. Повышение энергоэффективности внутреннего и уличного освещения	Снижение расхода электроэнергии на освещение	на 25% к 2030 году	на 25% к 2025 году	на 25% к 2023-2024 году
8. Установка приборов учета потребления электроэнергии, природного газа и теплоэнергии в зданиях	Снижение удельного расхода энергии на 1 м^2 помещений	на 3% к 2030 году	на 3% к 2025 году	на 3% к 2023-2024 году

3.2. Сценарии повышения энергоэффективности.

Базовый сценарий определен как сценарий, в котором будут реализованы все политики и меры, предусмотренные в действующих документах СГП в соответствии с утверждёнными целевыми индикаторами развития.

Все действующие стратегические и некоторые отраслевые документы СГП, которые имеют отношение к производству, переработке, транспортировке и энергетическому использованию энергоресурсов в Республике Казахстан, были проанализированы на предмет выявления целевых значений энергоемкости ВВП/продукции и других параметров развития, влияющих на использование энергоресурсов. Все

соответствующие индикаторы учтены и соответствующим образом включены в Базовый сценарий текущей климатической политики TIMES.

Для построения Базового сценария в готовую модель Базового сценария текущей климатической политики TIMES были введены соответствующие индикаторы с параметрами, согласно таблице 3.1.

Пессимистичный сценарий предполагает более медленные темпы повышения энергоэффективности, чем в Базовом сценарии. Соответственно для построения Пессимистичного сценария в готовую модель Базового сценария текущей климатической политики TIMES были введены соответствующие индикаторы с параметрами, согласно таблице 3.1.

Оптимистичный сценарий предполагает реализацию всех мер в полном объёме и достижение целевых параметров повышения энергоэффективности в более ускоренном темпе, чем в Базовом сценарии. Соответственно для построения Оптимистичного сценария в готовую модель Базового сценария текущей климатической политики TIMES были введены соответствующие индикаторы с параметрами, согласно таблице 3.1.

3.3. Базовая линия для квантификации.

Как было выше отмечено, базовый год в готовых моделях TIMES и CGE, использованных для исследования – 2017-ый. В информационном боксе ниже представлены целевые индикаторы повышения энергоэффективности, интегрированные с в СГП.

Целевые индикаторы энергоэффективности в документах Системы государственного планирования Республики Казахстан:

- В Концепции по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике», рассчитанной на период до 2050 года, закреплены следующие

целевые индикаторы снижения энергоёмкости ВВП относительно уровня 2008 года: к 2020 году снижение на 25% (соответствует снижению на 10% относительно уровня 2015 года), к 2030 году – на 30% и к 2050 году – на 50% (без уточнения индикатора относительно 2015 года).

- Согласно Концепции по вхождению Республики Казахстан в число 30 самых развитых государств мира, также рассчитанной на период до 2050 года, закреплена задача снижения энергоемкости ВВП в два раза с 0,4 т у.т./тыс. долл. США до 0,2 т у.т./тыс. долл. США.

- В Национальном проекте «Жасыл Казахстан», рассчитанном на 2021-2025 г., закреплен обновленный целевой индикатор снижения энергоемкости ВВП РК к 2025 году – не менее чем на 20 % от уровня 2015 года, который декомпозирован на два субиндикатора.

- Снижение электроёмкости продукции металлургической и химической промышленности: в 2021 году на 2%, в 2022 году – на 4%, в 2023 году – на 6%, в 2024 году – на 8%, в 2025 году – на 10%.

- Снижение энергопотребления в бюджетном секторе и ЖКХ: в 2021 году – на 3%, в 2022 году – на 6%, в 2023 году – на 9%, в 2024 году – на 12%, в 2025 году – на 15%.

- Инвестиционная потребность для достижения этих субиндикаторов оценена в 543,3 млн. тенге (1,275 млн. долл.), которые должны быть инвестированы не равными долями в течение пяти лет: в 2021 году – 220,6 млн. тенге; в 2022 году – 238,1 млн. тенге; в 2023 году – 58,4 млн. тенге; в 2024 году – 22,30 млн. тенге; в 2025 году – 3,9 млн. тенге.

Глава 4. Результаты квантификации, выполненные с помощью TIMES и CGE.

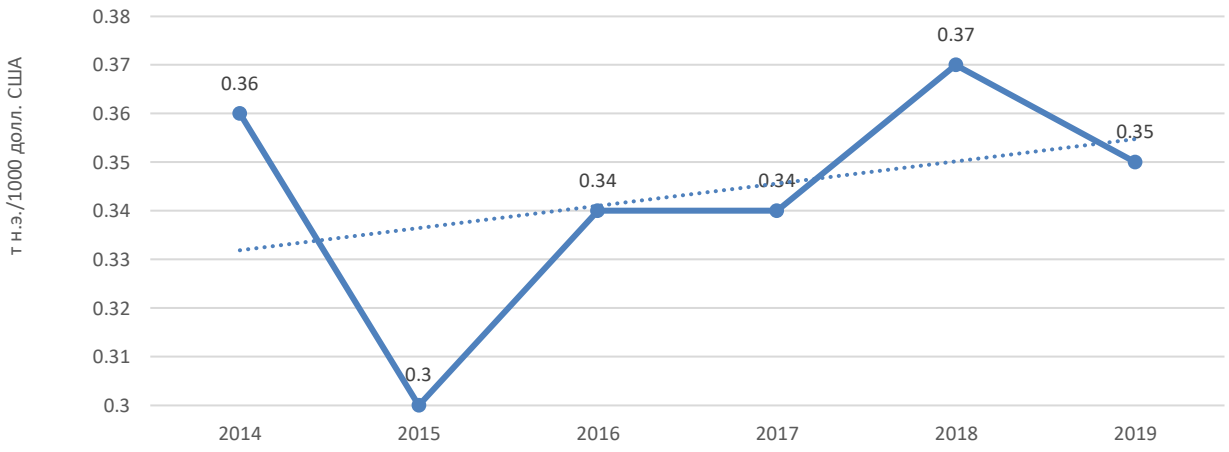
В данной главе представлены результаты моделирования путей достижения ОНУВ помощью инструментов TIMES и CGE кроме мер по снижению энергоёмкости железнодорожных перевозок.

4.1. Результаты моделирования в TIMES.

4.1.1 Энергоемкость ВВП.

В данном разделе представлены результаты TIMES в табличном виде: синергетический эффект от реализации всех мер одновременно по каждому сценарию и дифференцированные эффекты влияния каждой меры на энергоёмкость ВВП, выбросы ПГ, инвестиционную потребность в Пессимистичном и Оптимистичном сценариях, что было общим решением сторон проекта.

Одним из целевых индикаторов для сценариев семейства энергоэффективности из модели TIMES помимо устоявшихся (количество выбросов парниковых газов, инвестиции, разбивка на технологии, и т.д.) является энергоемкость ВВП. Данный индикатор характеризует суммарное потребление топливно-энергетических ресурсов в экономике на единицу ВВП страны. Согласно данным БНС, энергоемкость ВВП в 2015 году существенно снизилась относительно предыдущего года на 16,7%, но затем обратно отскочила и поступательно росла до 2019 года. В 2019 году снова пошла вниз. В целом, если выстроить линейный тренд по пяти точкам (за 2014-2019 годы), то он покажет растущую тенденцию (см. рисунок 4.1).



Источник: БНС https://stat.gov.kz/official/industry/30/statistic/8

Рисунок 4.1 – Энергоемкость ВВП Республики Казахстан в ценах 2015 года

Ниже в таблицах 4.1-4.2 представлены синергетические эффекты влияния одновременной реализации всех мер сценариев техно-экономического семейства, на энергоёмкость ВВП по всем сценариям относительно 2015 года[27] и дифференцированное влияние каждой меры на энергоёмкость ВВП в рамках Пессимистичного и Оптимистичного сценариев.

Синергетический эффект не является арифметической суммой дифференцированных эффектов от каждой меры, поскольку в экономике всё влияет на всё: цены, объёмы поставок (предложения) и объёмы потребления (спрос), ограничения и возможности замещения одних видов энергоносителей другими в зависимости от их доступности. В свою очередь на объёмы потребления разных энергоресурсов влияют решения энергопотребителей, которые принимаются в зависимости от многих факторов: ценовых, технологических, инфраструктурных и т.п.

Выводы:

[27] 2015 год используется как референтный год ввиду низкой энергоемкости.

Согласно полученным результатам, к 2026 году[28] энергоемкость ВВП удастся снизить по отношению к уровню 2015 года:

- на 7,1% при Пессимистичном сценарии без учета мер повышения энергоэффективности грузовых и пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте;
- на 10,4% при Базовом сценарии без учета мер повышения энергоэффективности грузовых и пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте;
- на 15% при Оптимистичном сценарии без учета мер повышения энергоэффективности грузовых и пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте.

Напомним, что согласно Национальному проекту «Жасыл Казахстан» (2021-2025 гг.), энергоемкость ВВП РК к 2025 году должна снизиться не менее чем на 20 % от уровня 2015 года.

Напомним, что согласно Концепции по вхождению Республики Казахстан в число 30 самых развитых государств мира, энергоемкость ВВП должна снизиться с 0,4 т у.т./тыс. долл. США до 0,2 т у.т./тыс. долл. США к 2050 году. Вполне вероятно, что данный целевой индикатор может быть достигнут досрочно.

[28] 2026 год взят за основу ввиду большей точности входных индикаторов

Таблица 4.1 – Эффект снижения энергоемкости ВВП от реализации предложенных мер декарбонизации и энергоэффективности

	Сценарии и меры повышения энергоэффективности	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Синергетический эффект от реализации всех мер одновременно																	
1	Пессимистичный	1.000	1.133	1.133	1.233	1.167	1.090	1.080	1.064	1.024	0.987	0.952	0.929	0.907	0.890	0.873	0.856
2	Базовый	1.000	1.133	1.133	1.233	1.167	1.090	1.076	1.050	1.002	0.962	0.924	0.896	0.869	0.850	0.831	0.813
3	Оптимистичный	1.000	1.133	1.133	1.233	1.167	1.090	1.056	1.024	0.970	0.924	0.882	0.850	0.820	0.798	0.777	0.756
Дифференцированные эффекты от реализации каждой меры отдельно в Пессимистичном сценарии																	
1	Внедрение системы энергетического менеджмента на энергопроизводящих и энергопередающих предприятиях	1.000	1.133	1.133	1.233	1.167	1.090	1.073	1.050	1.004	0.964	0.926	0.900	0.875	0.856	0.837	0.820
2.1	Снижение удельного расхода топлива на выработку электроэнергии	1.000	1.133	1.133	1.233	1.167	1.090	1.076	1.056	1.013	0.977	0.943	0.919	0.895	0.877	0.859	0.843
2.2	Снижение удельного расхода топлива на выработку теплоэнергии	1.000	1.133	1.133	1.233	1.167	1.090	1.072	1.048	1.002	0.962	0.925	0.899	0.874	0.855	0.835	0.818
2.3	Снижение потерь в электросетях	1.000	1.133	1.133	1.233	1.167	1.090	1.072	1.049	1.002	0.962	0.925	0.898	0.871	0.851	0.831	0.815
2.4	Снижение потерь в теплосетях	1.000	1.133	1.133	1.233	1.167	1.090	1.072	1.048	1.002	0.962	0.924	0.898	0.873	0.853	0.834	0.814
3	Внедрение НДТ энергопроизводящими организациями, согласно Справочнику НДТ по энергоэффективности	1.000	1.133	1.133	1.233	1.167	1.090	.090	1.067	1.019	0.981	0.944	0.917	0.891	0.871	0.852	0.832
4	Повышение энергоэффективности новых зданий до уровня требований классов «А» и «В»	1.000	1.133	1.133	1.233	1.167	1.090	1.074	1.051	1.004	0.965	0.927	0.899	0.873	0.854	0.835	0.813

6	Установка автоматизированных тепловых пунктов	1.000	1.133	1.133	1.233	1.167	1.090	1.072	1.048	1.002	0.961	0.924	0.898	0.872	0.852	0.831	0.815
7	Повышение энергоэффективности внутреннего и уличного освещения	1.000	1.133	1.133	1.233	1.167	1.090	1.072	1.048	1.001	0.962	0.926	0.898	0.871	0.852	0.834	0.813
8	Установка приборов учета потребления электроэнергии, природного газа и теплоэнергии в зданиях	1.000	1.133	1.133	1.233	1.167	1.090	1.072	1.048	1.001	0.961	0.923	0.898	0.873	0.853	0.834	0.816
Дифференцированные эффекты от реализации каждой меры отдельно в Оптимистичном сценарии																	
1	Внедрение системы энергетического менеджмента на энергопроизводящих и энергопередающих предприятиях	1.000	1.133	1.133	1.233	1.167	1.090	1.071	1.047	1.000	0.960	0.923	0.897	0.871	0.851	0.831	0.812
2.1	Снижение удельного расхода топлива на выработку электроэнергии	1.000	1.133	1.133	1.233	1.167	1.090	1.066	1.037	0.986	0.947	0.911	0.883	0.857	0.838	0.820	0.799
2.2	Снижение удельного расхода топлива на выработку теплоэнергии	1.000	1.133	1.133	1.233	1.167	1.090	1.071	1.047	1.001	0.961	0.923	0.897	0.871	0.851	0.831	0.813
2.3	Снижение потерь в электросетях	1.000	1.133	1.133	1.233	1.167	1.090	1.072	1.048	1.001	0.961	0.923	0.897	0.872	0.851	0.831	0.813
2.4	Снижение потерь в теплосетях	1.000	1.133	1.133	1.233	1.167	1.090	1.072	1.047	1.000	0.960	0.922	0.896	0.870	0.849	0.829	0.810
3	Внедрение НДТ энергопроизводящими организациями, согласно Справочнику НДТ по энергоэффективности	1.000	1.133	1.133	1.233	1.167	1.090	1.088	1.059	1.008	0.965	0.925	0.896	0.868	0.845	0.822	0.803
4	Повышение энергоэффективности новых зданий до уровня требований классов «А» и «В»	1.000	1.133	1.133	1.233	1.167	1.090	1.071	1.047	1.000	0.961	0.924	0.896	0.869	0.849	0.829	0.811
6	Установка автоматизированных тепловых пунктов	1.000	1.133	1.133	1.233	1.167	1.090	1.072	1.048	1.001	0.961	0.923	0.896	0.870	0.850	0.829	0.812

7	Повышение энергоэффективности внутреннего и уличного освещения	1.000	1.133	1.133	1.233	1.167	1.090	1.071	1.046	1.000	0.960	0.923	0.896	0.869	0.850	0.830	0.811
8	Установка приборов учета потребления электроэнергии, природного газа и теплоэнергии в зданиях	1.000	1.133	1.133	1.233	1.167	1.090	1.072	1.048	1.002	0.962	0.925	0.897	0.870	0.850	0.830	0.811

Примечания:

1. данные за 2017 год соответствуют исторической действительности, данные за 2020, 2025, 2030 годы – рассчитаны моделью TIMES, все остальные значения (по промежуточным годам) определены методом равномерной интерполяции;

Таблица 4.2 – Прогнозируемая динамика изменения энергоемкости ВВП как результат влияния разных мер повышения энергоэффективности по трем сценариям семейства относительно уровня 2015 года, т н.э./тыс. долл. США

	Сценарии и меры повышения энергоэффективности	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Синергетический эффект от реализации всех мер одновременно																	
1	Пессимистичный	0.30	0.34	**0.34**	0.37	0.35	**0.33**	0.32	0.32	0.31	0.30	**0.29**	0.28	0.27	0.27	0.26	**0.257**
2	Базовый	0.30	0.34	**0.34**	0.37	0.35	**0.33**	0.32	0.32	0.30	0.29	**0.28**	0.27	0.26	0.26	0.25	**0.244**
3	Оптимистичный	0.30	0.34	**0.34**	0.37	0.35	**0.33**	0.32	0.31	0.29	0.28	**0.26**	0.26	0.25	0.24	0.23	**0.227**
Дифференцированные эффекты от реализации каждой меры отдельно в Пессимистичном сценарии																	
1	Внедрение системы энергетического менеджмента на энергопроизводящих и энергопередающих предприятиях	0.30	0.34	0.34	0.37	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.26	0.25	0.246
2.1	Снижение удельного расхода топлива на выработку электроэнергии	0.30	0.34	0.34	0.37	0.35	0.33	0.32	0.32	0.30	0.29	0.28	0.28	0.27	0.26	0.26	0.253
2.2	Снижение удельного расхода топлива на выработку теплоэнергии	0.30	0.34	0.34	0.37	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.26	0.25	0.245
2.3	Снижение потерь в электросетях	0.30	0.34	0.34	0.37	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.26	0.25	0.244
2.4	Снижение потерь в теплосетях	0.30	0.34	0.34	0.37	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.26	0.25	0.244
3	Внедрение НДТ энергопроизводящими организациями, согласно Справочнику НДТ по энергоэффективности	0.30	0.34	0.34	0.37	0.35	0.33	0.33	0.32	0.31	0.29	0.28	0.28	0.27	0.26	0.26	0.250
4	Повышение энергоэффективности новых зданий до уровня требований классов «А» и «В»	0.30	0.34	0.34	0.37	0.35	0.33	0.32	0.32	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.26	0.25	0.244
6	Установка автоматизированных тепловых пунктов	0.30	0.34	0.34	0.37	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.26	0.25	0.244
7	Повышение энергоэффективности внутреннего и уличного освещения	0.30	0.34	0.34	0.37	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.26	0.25	0.244
8	Установка приборов учета потребления электроэнергии, природного газа и теплоэнергии в зданиях	0.30	0.34	0.34	0.37	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.26	0.25	0.245
Дифференцированные эффекты от реализации каждой меры отдельно в Оптимистичном сценарии																	
1	Внедрение системы энергетического менеджмента на энергопроизводящих и энергопередающих предприятиях	0.30	0.34	0.34	0.37	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.26	0.25	0.244
2.1	Снижение удельного расхода топлива на выработку электроэнергии	0.30	0.34	0.34	0.37	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.28	0.27	0.26	0.26	0.25	0.25	0.240

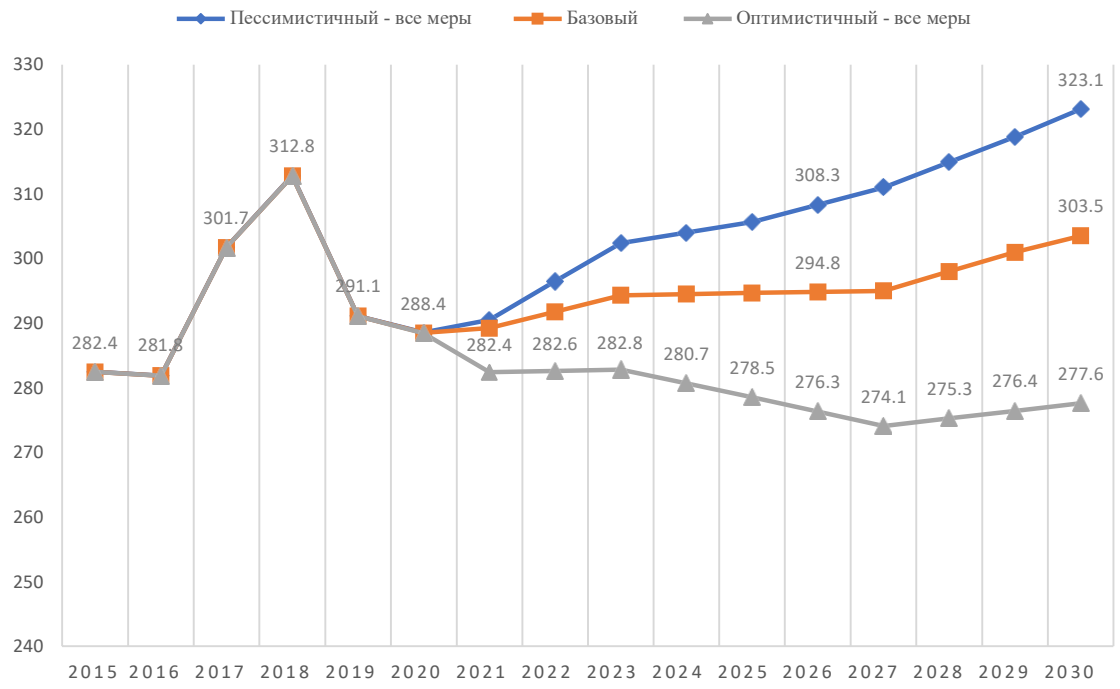
2.2	Снижение удельного расхода топлива на выработку теплоэнергии	0.30	0.34	0.34	0.37	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.26	0.25	0.244
2.3	Снижение потерь в электросетях	0.30	0.34	0.34	0.37	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.26	0.25	0.244
2.4	Снижение потерь в теплосетях	0.30	0.34	0.34	0.37	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.25	0.25	0.243
3	Внедрение НДТ энергопроизводящими организациями, согласно Справочнику НДТ по энергоэффективности	0.30	0.34	0.34	0.37	0.35	0.33	0.33	0.32	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.25	0.25	0.241
4	Повышение энергоэффективности новых зданий до уровня требований классов «А» и «В»	0.30	0.34	0.34	0.37	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.25	0.25	0.243
6	Установка автоматизированных тепловых пунктов	0.30	0.34	0.34	0.37	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.25	0.25	0.244
7	Повышение энергоэффективности внутреннего и уличного освещения	0.30	0.34	0.34	0.37	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.25	0.25	0.243
8	Установка приборов учета потребления электроэнергии, природного газа и теплоэнергии в зданиях	0.30	0.34	0.34	0.37	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.25	0.25	0.243

Примечание:

1. таблица рассчитана на основе коэффициентов из таблицы 4.1 и достигнутого в 2015 году значения энергоемкости ВВП, согласно данным БНС, представленным на рисунке 4.1;
2. данные за 2017 год соответствуют исторической действительности, за 2020, 2025, 2030 годы – рассчитаны моделью TIMES, все остальные значения (по промежуточным годам) определены методом равномерной интерполяции;
3. ВВП в долларах 2017 года.

4.1.2. Выбросы парниковых газов от энергетической деятельности.

Динамика выбросов ПГ от энергетической деятельности за 2015-2030 годы, включая исторические данные за 2015-2019 годы и проекции выбросов за 2020-2030 годы при реализации всех мер одновременно, согласно трем сценариям семейства энергоэффективности, проиллюстрирована на рисунке 4.2 ниже. Более подробно результаты моделирования представлены в таблице 4.3 ниже.



Примечание: результаты моделирования с помощью TIMES, АО «Жасыл даму».

Рисунок 4.2 – Прогноз выбросов ПГ от энергетической деятельности в Республике Казахстан для трехсценариев семейства энергоэффективности, млн. т CO_2-экв. в год

Как представлено на рисунке 4.2, ни Базовый сценарий, ни тем более Пессимистичный сценарий не обеспечивают снижения выбросов ПГ от энергетической деятельности ни к 2026 году, ни к 2030 году относительно уровня выбросов 2015 года. Только Оптимистичный сценарий из трёх способствует снижению выбросов ПГ, соответственно, и реализации цели ОНУВ.

Итак, в Базовом сценарии выбросы ПГ от энергетической деятельности

в 2026 году будут превышать выбросы 2015 года на 12,4 млн. т CO_2-экв. (то есть на 4,4%), а в 2030 году – на 21,1 млн. т CO_2-экв (на 7,5%). Таким образом, реализация мер энергоэфективности темпами, заложенными в Базовый сценарий, неприемлем с точки зрения выполнимости ОНУВ до 2030 года, поскольку выбросы в 2030 году будут выше безусловной цели на 45,5 млн. т CO_2-экв. и выше условной цели ОНУВ на 77,3 т CO_2-экв.

Более медленные темпы повышения энергоэффективности Пессимистичного сценария приведут к опережающему росту выбросов ПГ в сравнении с Базовым сценарием. В 2026 году выбросы ПГ от энергетической деятельности превысят выбросы 2015 года на 25,9 млн. т CO_2-экв. (то есть на 9,2%), в 2030 году – на 40,7 млн. т CO_2-экв. (на 14,4%). Таким образом, реализация мер энергоэфективности темпами, заложенными в Пессимистичный сценарий, приведет к превышению безусловной цели ОНУВ на 65,1 млн. т CO_2-экв., условной цели – на 96,9 млн. т CO_2- экв.

Реализация мероприятий энергоэфектиности по Оптимистичному сценарию даёт снижение выбросов относительно 2015 года: в 2026 году на 6,1 млн. т CO_2-экв. (то есть на 2,2%), в 2030 году – на 4,8 млн. т CO_2-экв. (на 1,7%). Вклад реализации оцениваемых мер темпами, заложенными в Оптимистичный сценарий, представляется не достаточным с точки зрения выполнимости ОНУВ до 2030 года, поскольку оцененный потенциал снижения выбросов ПГ составляет лишь 25% к безусловной цели ОНУВ «-15%» и 10,9% к условной цели ОНУВ «-25%».

Если внимательно присмотреться к графику на рисунке 4.2, то можно заметить, что в 2022-2023 годах выбросы ПГ от энергетической деятельности растут во всех трех сценариях. Это – влияние инерционности процессов (принятия решений, инвестирования и т.д.). С учетом

обновления моделей свежей инвентаризацией, данные процесс может отложиться на 2023-2024 года.

В Оптимистичном сценарии с 2024 по 2027 год мы можем наблюдать поступательное снижение выбросов ПГ от энергетической деятельности благодаря реализации оцениваемых мер.

Однако после 2027 года тренд меняет направление – выбросы снова начинают расти из-за роста объемов производства в секторах экономики, сопряженных с добычей, преобразованием, транспортировкой, хранением и потреблением топливно-энергетических ресурсов.

Таблица 4.3 – Влияние реализации сценариев и мер энергоэффективности ПГ от энергетической деятельности в Республике Казахстан, млн. т CO_2-экв.

	Сценарии и меры повышения энергоэффективности	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	Пессимистичный	301.7	312.8	291.1	288.5	290.5	296.4	302.3	304.0	305.6	308.3	311.0	314.9	318.8	323.1
	Базовый	301.7	312.8	291.1	288.5	289.2	291.8	294.3	294.5	294.7	294.8	295.0	298.0	300.9	303.5
	Оптимистичный	301.7	312.8	291.1	288.4	282.4	282.6	282.8	280.7	278.5	276.3	274.1	275.3	276.4	277.6
1	Внедрение системы энергетического менеджмента на энергопроизводящих и энергопередающих предприятиях	301.7	312.8	291.1	288.5	288.2	291.4	294.7	295.1	295.4	296.3	297.2	299.7	302.3	305.6
2.1	Снижение удельного расхода топлива на выработку электроэнергии	301.7	312.8	291.1	288.5	289.2	293.7	298.1	300.1	302.1	303.9	305.7	309.0	312.2	316.2
2.2	Снижение удельного расхода топлива на выработку теплоэнергии	301.7	312.8	291.1	288.5	288.0	291.0	294.1	294.6	295.1	296.1	297.1	299.5	301.8	305.3
2.3	Снижение потерь в электросетях	301.7	312.8	291.1	288.5	288.0	291.1	294.3	294.6	295.0	295.5	296.0	298.0	300.0	303.7
2.4	Снижение потерь в теплосетях	301.7	312.8	291.1	288.5	287.7	290.9	294.0	294.2	294.4	295.3	296.1	298.5	300.9	303.5
3	Внедрение НДТ энергопроизводящими организациями, согласно Справочнику НДТ по энергоэффективности	301.7	312.8	291.1	288.5	295.1	298.8	302.4	304.0	305.5	307.0	308.5	311.7	314.9	317.9
4	Повышение энергоэффективности новых зданий до уровня требований классов «А» и «В»	301.7	312.8	291.1	288.5	288.2	291.3	294.4	295.2	295.9	296.5	297.0	299.8	302.7	304.1
6	Установка автоматизированных тепловых пунктов	301.7	312.8	291.1	288.5	287.6	290.8	293.9	294.1	294.3	295.1	296.0	298.0	299.9	303.6
7	Повышение энергоэффективности внутреннего и уличного освещения	301.7	312.8	291.1	288.5	287.8	290.8	293.7	294.5	295.3	295.8	296.3	299.2	302.0	303.9

8	Установка приборов учета потребления электроэнергии, природного газа и теплоэнергии в зданиях	301.7	312.8	291.1	288.5	287.8	290.8	293.8	294.0	294.3	295.3	296.3	298.7	301.1	304.3
1	Внедрение системы энергетического менеджмента на энергопроизводящих и энергопередающих предприятиях	301.7	312.8	291.1	288.5	287.5	290.4	293.3	293.8	294.3	294.7	295.2	297.5	299.8	302.5
2.1	Снижение удельного расхода топлива на выработку электроэнергии	301.7	312.8	291.1	288.5	285.6	286.9	288.1	288.8	289.4	289.5	289.7	292.6	295.6	297.2
2.2	Снижение удельного расхода топлива на выработку теплоэнергии	301.7	312.8	291.1	288.5	287.7	290.6	293.5	293.9	294.4	295.0	295.7	297.9	300.2	303.1
2.3	Снижение потерь в электросетях	301.7	312.8	291.1	288.5	287.8	290.8	293.8	294.1	294.4	295.2	296.0	298.2	300.4	302.9
2.4	Снижение потерь в теплосетях	301.7	312.8	291.1	288.5	287.8	290.6	293.4	293.5	293.6	294.5	295.4	297.3	299.2	302.2
3	Внедрение НДТ энергопроизводящими организациями, согласно Справочнику НДТ по энергоэффективности	301.7	312.8	291.1	288.5	294.0	296.1	298.2	298.1	298.0	297.8	297.6	299.1	300.5	303.0
4	Повышение энергоэффективности новых зданий до уровня требований классов «А» и «В»	301.7	312.8	291.1	288.4	287.3	290.4	293.5	294.2	295.0	295.1	295.1	297.7	300.3	303.5
6	Установка автоматизированных тепловых пунктов	301.7	312.8	291.1	288.5	287.8	290.8	293.7	294.1	294.5	294.8	295.2	297.2	299.3	302.7
7	Повышение энергоэффективности внутреннего и уличного освещения	301.7	312.8	291.1	288.5	286.9	289.7	292.6	293.3	294.0	294.7	295.3	297.8	300.3	302.8
8	Установка приборов учета потребления электроэнергии, природного газа и теплоэнергии в зданиях	301.7	312.8	291.1	288.5	287.9	290.9	294.0	294.6	295.3	295.2	295.2	297.7	300.2	303.2

4.1.3. Инвестиционная потребность реализации мер энергоэффективности, связанная с энергетической деятельностью.

Инвестиционная потребность (как цена повышения энергоэффективности) является существенным фактором, влияющим на выбор политического решения.

Инвестиции в экономику Республики Казахстан в настоящее время составляют примерно четверть ВВП страны. При этом, согласно Национальным счетам РК, доля инвестиций в ВВП Республики Казахстан имеет тенденцию к поступательному росту.

Поскольку любые изменения в каждом секторе экономики всегда оказывают влияние в той или иной степени на смежные сектора и конечных потребителей, то инвестиции в реализацию мер окажут мультипликативное влияние на процесс инвестирования, связанный с технологиями производства, преобразования и сжигания энергоресурсов в целом в экономике Казахстана. Готовая модель TIMES-KZ позволяет рассчитывать инвестиционную потребность экономики при реализации мер с мультипликативным эффектом.

Оценка показала, что потребность экономики в инвестициях, связанных с технологиями производства, преобразования и сжигания энергоресурсов, в Пессимистичном сценарии будет больше, чем в Базовом на 1494,3 млн. долларов США за 2022-2026 гг., в Оптимистичном сценарии – меньше в Базовом сценарии на 490,9 млн. долларов США. Разница в инвестиционной потребности между Пессимистичным и Оптимистичным сценариями – почти 2 млрд. долл. США за 5 лет (см. Таблицу 4.4).

Таблица 4.4 – Ежегодная инвестиционная потребность экономики, связанная с технологиями производства, преобразования и сжигания энергоресурсов, приреализации сценариев и мер энергоэффективности, млн. долл. США

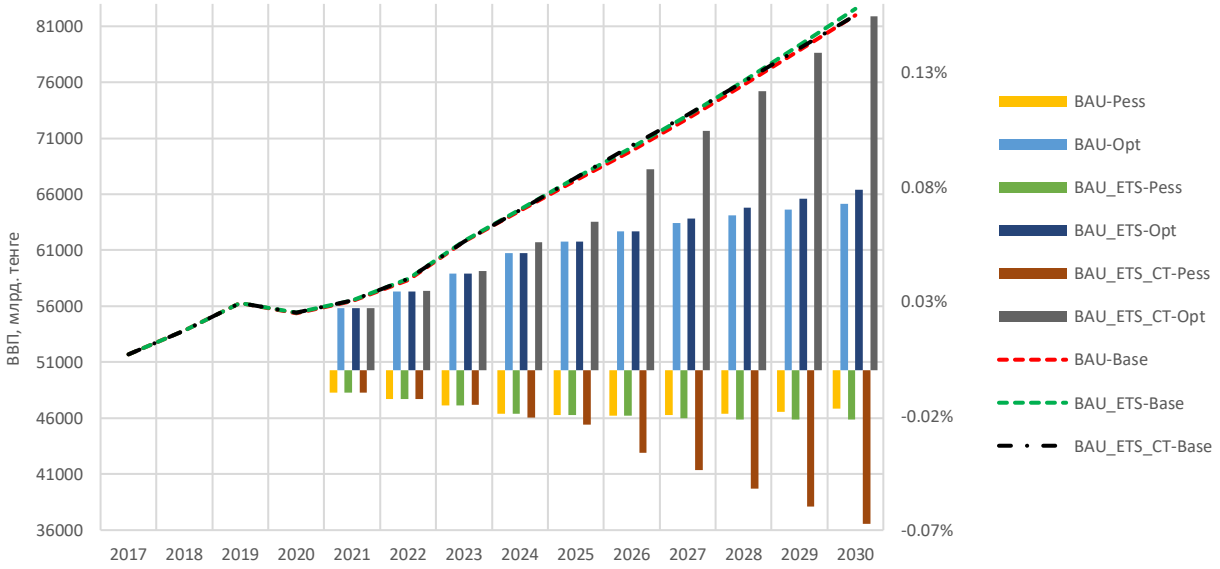
	Сценарии и меры повышения энергоэффективности	2022	2023	2024	2025	2026	Суммарная потребность в инвестициях за 2022-2026 гг.
Синергетический эффект от реализации всех мер одновременно							
1	Пессимистичный	29387	42062	41897	41733	41846	196925
2	Базовый	29135	41549	41502	41455	41790	195431
3	Оптимистичный	29065	41607	41392	41176	41698	194938
Дифференцированные эффекты от реализации каждой меры отдельно в Пессимистичном сценарии							
1	Внедрение системы энергетического менеджмента на энергопроизводящих и энергопередающих предприятиях	29167	41658	41706	41754	41789	195255
2.1	Снижение удельного расхода топлива на выработку электроэнергии	29245	41808	41616	41425	41640	195255
2.2	Снижение удельного расхода топлива на выработку теплоэнергии	29200	41735	41666	41597	41852	195255
2.3	Снижение потерь в электросетях	29158	41645	41652	41659	41832	195255
2.4	Снижение потерь в теплосетях	29157	41743	41663	41583	41713	195255
3	Внедрение НДТ энергопроизводящими организациями, согласно Справочнику НДТ по энергоэффективности	29547	42424	41853	41282	41666	195255
4	Повышение энергоэффективности новых зданий до уровня требований классов «А» и «В»	29384	42046	41637	41228	41740	195255
6	Установка автоматизированных тепловых пунктов	29175	41750	41639	41528	41617	195255
7	Повышение энергоэффективности внутреннего и уличного освещения	29065	41406	41861	42316	42194	195255
8	Установка приборов учета потребления электроэнергии, природного газа и теплоэнергии в зданиях	29200	41736	41660	41585	41849	195255
Дифференцированные эффекты от реализации каждой меры отдельно в Оптимистичном сценарии							
1	Внедрение системы энергетического менеджмента на энергопроизводящих и энергопередающих предприятиях	29084	41499	41639	41779	41698	195699

2.1	Снижение удельного расхода топлива на выработку электроэнергии	29263	41913	41522	41131	41645	195474
2.2	Снижение удельного расхода топлива на выработку теплоэнергии	29145	41672	41551	41430	41624	195422
2.3	Снижение потерь в электросетях	29136	41664	41593	41521	41741	195655
2.4	Снижение потерь в теплосетях	29174	41647	41654	41661	41635	195771
3	Внедрение НДТ энергопроизводящими организациями, согласно Справочнику НДТ по энергоэффективности	29515	42357	41941	41524	41735	197072
4	Повышение энергоэффективности новых зданий до уровня требований классов «А» и «В»	29100	41667	41499	41330	41862	195458
6	Установка автоматизированных тепловых пунктов	29129	41666	41580	41494	41724	195593
7	Повышение энергоэффективности внутреннего и уличного освещения	29404	41969	41563	41157	41588	195681
8	Установка приборов учета потребления электроэнергии, природного газа и теплоэнергии в зданиях	29074	41426	41424	41423	41908	195255

4.2. Результаты моделирования в CGE.

4.2.1. Влияние на ВВП.

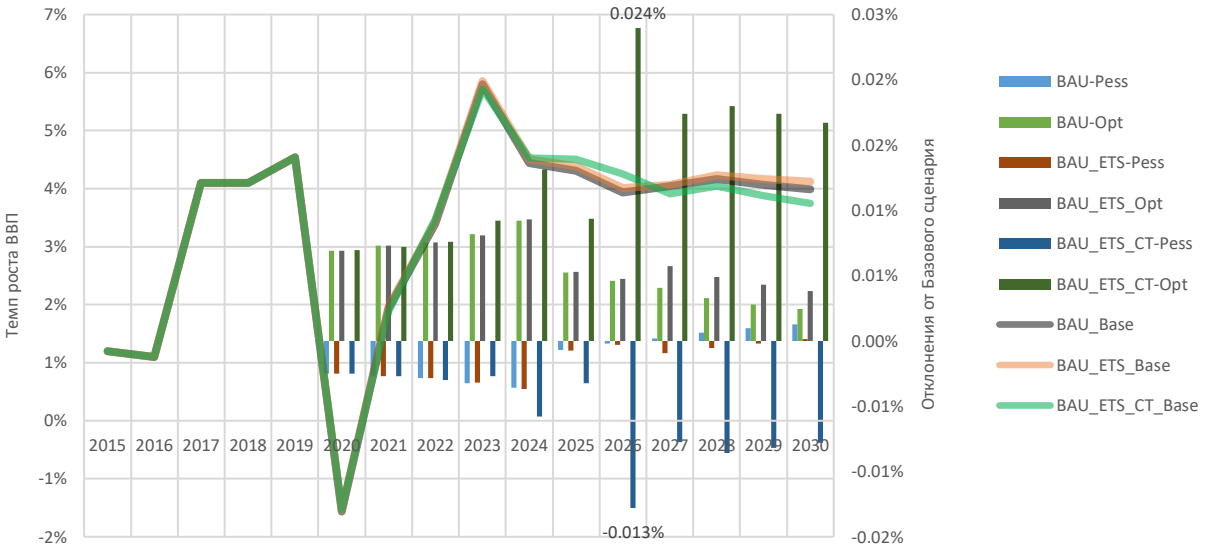
На рисунке 4.3 представлены результаты влияния сценариев реализации мер климатической политик и энергоэффективности на ВВП до 2030 года ***с*** учетом неопределенностей будущей климатической политики[29], на рисунке 4.4. – влияние на темп роста ВВП. Смотрите пояснения к рисункам в информационном боксе ниже.



Примечание: ВВП в ценах 2017 года.

Рисунок 4.3 – Динамика темпа роста ВВП

[29] Как упоминалось в Главе 1, государственная климатическая политика находится на стадии обсуждения.



Примечание: Результаты моделирования с помощью CGE.

Рисунок 4.4 – Динамика темпа роста ВВП (относительно предыдущего года) при реализациисценариев энергоэффективности на фоне трех климатических политик

Пояснения к рисункам 4.3 и 4.4

Для аналитического представления результатов моделирования девяти сценариев[30] применена сводная диаграмма с двумя вертикальными осями.

1. Выделены три цветные кривые, которые соответствуют результатам наложения Базового сценария реализации энергоэффективности (Base), то есть сценария со средними темпами повышения энергоэффективности, на три основные климатические политики (сценарии BAU, BAU_ETS и BAU_ETS_CT). Левая ось – шкала ВВП в млрд. тенге на рис. 4.3 и темпа роста ВВП в процентах к предыдущему году на рис. 4.4.

Результаты моделирования этих трех сценариев развития дают ответ на вопросы:

– Какой будет динамика ВВП (рис. 4.3) и темпа роста ВВП (рис. 4.4) при реализации Базового сценария на фоне сохранения текущей климатической политики до 2030 года?

– Какой будет динамика ВВП (рис. 4.3) и темпа роста ВВП (рис. 4.4) при реализации Базового сценария на фоне ужесточения регулирования выбросов ПГ крупных эмиттеров, выбросы которых превышают 20 тыс. тонн CO_2-экв. в год, в рамках СТВ?

– Что будет с ВВП (рис. 4.3) и темпом роста ВВП (рис. 4.4) при реализации Базового сценария на фоне тотального ужесточения регулирования выбросов ПГ в Казахстане как в рамках СТВ, таки через введение углеродного налогообложения, чтобы также взять под жесткий контроль все выбросы от энергетической деятельности, которые не подпадают под регулирование в рамках СТВ?

2. В виде гистограмм представлены отклонения результатов наложения Пессимистичного (Pess) и Оптимистичного (Opt) сценариев реализации на климатические сценарии от результатов наложения Базового сценария реализации (Base) на те же климатические сценарии.

В диапазоне каждого года (на рисунках годы разделены вертикальными линиями) размещены по 6 соответствующих цветных гистограмм: 3 гистограммы ниже горизонтальной оси – это разница наложения Пессимистичного сценария (Pess) на 3 климатические политики, 3 другие гистограммы – разница наложения Оптимистичного сценария (Opt) на те же 3 климатические политики.

Правая ось является шкалой отклонений результатов Пессимистичного и Оптимистичного сценариев реализации от результатов Базового сценария в сотых долях процента.

Результаты моделирования с помощью готовой модели CGE

[30] При наложении каждого из трех сценариев техно-экономической модели на каждый из трех климатических сценариев мы получаем 9 сценариев в CGE, результаты которых описываем в данной главе.

показывают, что меры энергоэффективности оказывают не существенное влияние на динамику ВВП страны, которая продолжит поступательно расти[31](см. рис. 4.3).

Реализация Базового сценария на фоне ужесточения СТВ (BAU_ETS) позволит повысить ВВП к 2026 году на 270,7 млн. тенге в сравнении с реализацией Базового сценария на фоне сохранения текущей политики углеродного регулирования (BAU). Это эквивалентно приросту ВВП лишь на +0,39% за все 5 лет реализации. А реализация Базового сценария энергоэффективности на фоне тотального ужесточения климатической политики (BAU_ETS_CT) позволит повысить ВВП к 2026 году на 451,2 млн. тенге, чем при сохранении текущей политики углеродного регулирования (BAU), то есть лишь на +0,65% за 5 лет.

На рисунке 4.4 можно увидеть, что при средних темпах повышения энергоэффективности, соответствующих Базовому сценарию реализации мер энергоэффективности, темп годового прироста ВВП в 2022-2023 годах возрастает с 1,88-1,96 процентов в 2021 году[32] до 5,71-5,85 процентов в 2023 году и почти совпадает при всех трех сценариях развития углеродного регулирования. А в 2024-2026 годах темп роста ВВП замедляется во всех сценариях реализации мер энергоэффективности до 3,96-4,25% в 2026 году. При этом темп роста ВВП замедляется более сдержанно на фоне тотального ужесточения углеродного регулирования (BAU_ETS_CT) чем на

[31] Следует заметить, что в данной модели не учитывается влияние CBAM на развитие экономики Казахстана. CBAM предполагает взимание углеродной пошлины с поставщиков импорта с 2026 года. Правительство РК еще не утвердило будущую политику углеродного регулирования, поэтому с учетом этих факторов следует считать приемлемым прогноз на исследуемый период. Следует добавить, что CBAM предполагает, применение еженедельных цен на углеродные единицы в СТВ ЕС и СТВ страны происхождения товара, поэтому влияние CBAM следует периодически обновлять. К примеру, мы наблюдаем, что углеродная цена в СТВ ЕС достигла 88,88 евро/т CO_2, в то время как достигнутый уровень углеродной цены не ожидался ранее 2025 года. Такой стремительный рост цен в текущем году стал неожиданностью даже для европейских исследователей. Поэтому в странах ЕС все прогнозы влияния CBAM на экономики пересчитываются.

[32] Данные за 2021 год сгенерированы моделью на основе исторических параметров развития 2017 года и опубликованных прогнозов на предстоящий период, из-за доступности национальной инвентаризации

фоне двух других климатических политик (BAU и BAU_ETS).

Значения отклонений результатов моделирования Пессимистичного и Оптимистичного сценариев от Базового не существенны. Значения отклонений находятся в диапазоне десятых, сотых и тысячных долей процента. Реализация Пессимистичного сценария мер энергоэффективности на фоне всех трех сценариев климатической политики приводит к замедлению роста ВВП в сравнении с Базовым сценарием. Отклонение значений в течение 2023- 2026 гг. находится в диапазоне от 0% до -0,13%. Напротив, реализация Оптимистичного сценария мер энергоэффективности на фоне всех трех сценариев климатической политики приводит к ускорению роста ВВП в диапазоне от +0,005% до +0,024%.

Важно отметить

Согласно оценке цели ОНУВ до 2030 года достижимы только при одновременном ужесточение СТВ и введении углеродного налогообложения эмиттеров, выбросы которых в настоящее время никак не регулируются (климатический сценарий BAU_ETS_CT).

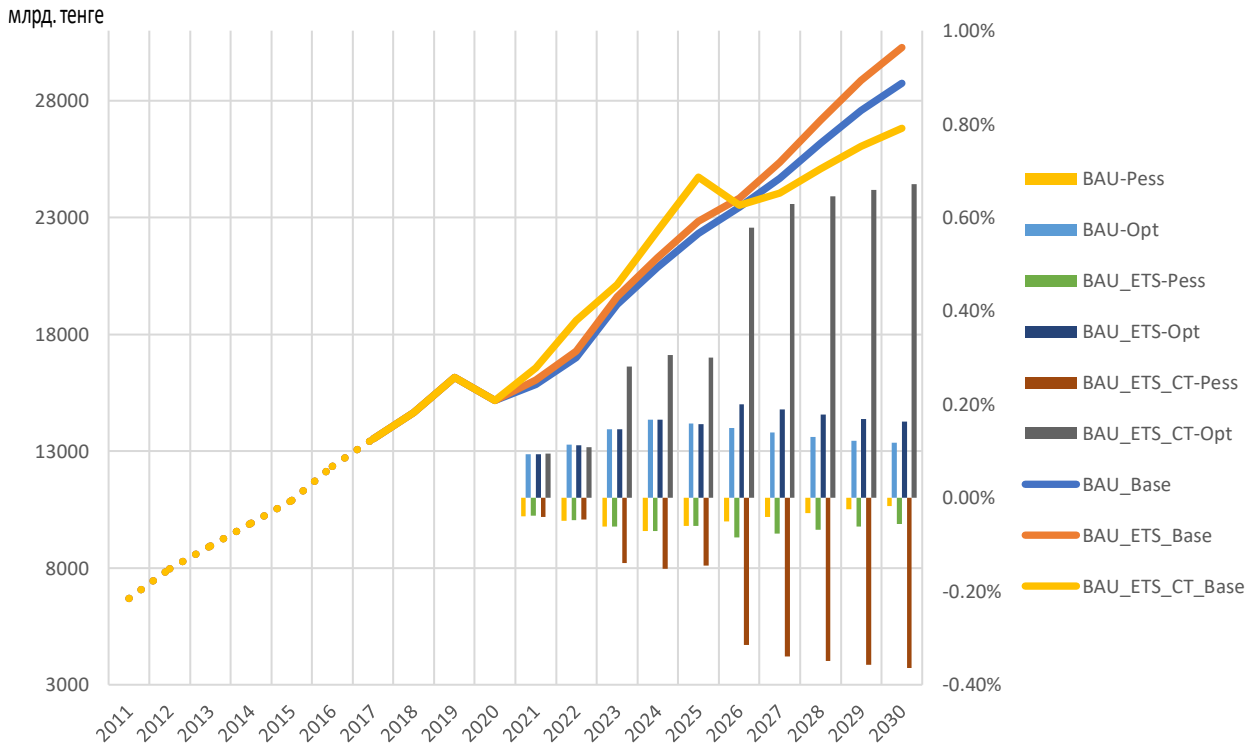
Реализация Пессимистичного сценария мер энергоэффективности на фоне тотального ужесточения государственной климатической политики (сценарий BAU_ETS_CT) имеет более негативное влияние на ВВП, чем на фоне ужесточения СТВ без введения углеродного налогообложения (BAU_ETS) или на фоне сохранения текущей климатической политики без углеродного ценообразования (BAU). Особенно в 2026 году. Это свидетельствует о комплементарности мер повышения энергоэффективности и ужесточения углеродного регулирования в Республике Казахстан. Только в тандеме они оказывают положительный макроэкономический эффект. Более жесткое углеродное регулирование для достижения цели ОНУВ требует более амбициозных планов повышения энергоэффективности, чем предполагается в Пессимистичном сценарии мер

4.2.2. Влияние сценариев реализации мер энергоэффективности на инвестиции в экономику.

На рисунке 4.5 представлены проекции инвестиций в экономику Республики Казахстан до 2030 года аналогично графическому представлению ВВП в разделе 4.2.1.

Как выше уже отмечалось, в экономике наблюдается тенденция увеличения доли инвестиций в ВВП. Эта тенденция продолжится. Доля

инвестиций в структуре ВВП за 2022-2026 гг. увеличится с 28,1% до 33,5-33,6% в зависимости от сценария реализации мер энергоэффективности и фоновой климатической политики.



Примечание: цветные кривые – динамика инвестиций в экономику при реализации Базового сценария мерэнергоэффективности на фоне трех климатических политик (в млрд. тенге); цветные столбики – отклонения динамики инвестиций в экономику при реализации Пессимистичного и Оптимистичного сценариев мер энергоэффективности от Базового сценария (в процентах в год).

Рисунок 4.5 – Динамика инвестиций в экономику Республики Казахстан при реализации мерэнергоэффективности на фоне трех климатических политик

Как видно на рисунке 4.5, при реализации Базового сценария мер энергоэффективности инвестиции в экономику поступательно растут в двух климатических политиках: на фоне сохранения текущей климатической политики (BAU) и на фоне ужесточения СТВ (BAU_ETS). При этом чем более жестче становится углеродное регулирование в рамках СТВ, тем выше становится потребность экономики в инвестиция в сравнении с инвестициями на фоне сохранения текущей национальной климатической политики. Для справки: согласно результатам проекта

Всемирного банка по обновлению ОНУВ и разработке Дорожной карты реализации обновленного ОНУВ на 2021-2025 годы, в 2023 году и в 2026 году вступают в силу более жесткие условия СТВ и повышается цена на углеродные единицы.

При реализации Базового сценария мер энергоэффективности на фоне тотального ужесточения углеродного регулирования (сценарий BAU_ETS_CT):

– до 2025 года включительно уровень инвестиций в экономику выше, чем на фоне первых двух климатических политик (BAU и BAU_ETS);

– в 2026 году заметно снижается до уровня двух других климатических политик (BAU и BAU_ETS);

– затем с 2027-го по 2030 год потребность в инвестициях растёт значительно медленнее чем на фоне двух других климатических политик, при этом понижательная тенденция становится заметнее ближе к 2030 году.

В таблице 4.5 представлены суммарные значения оцененных инвестиций в экономику за период 2022-2026 гг. и за период 2027-2030 гг. (то есть после завершения реализации мер энергоэффективности, при этом условно допускаем, что уровень энергоэффективности в период 2027-2030 гг. поддерживается на достигнутом в 2026 году уровне).

Если сравнить значения в ячейках таблицы, то можно заметить, что чем жестче государственная политика углеродного регулирования и жестче политика повышения энергоэффективности в виде более амбициозных целей снижения энергоёмкости, тем больше суммарные инвестиции в экономику в течение 2022-2026 гг.

Однако тотальное ужесточение климатической политики (сценарий BAU_ETS_CT) в период 2027-2030 гг. приведет, как было выше отмечено,

к наименьшей потребности экономики в инвестициях чем на фоне более мягких климатических политик (BAU и BAU_ETS**).**

Таблица 4.5 – Суммарные инвестиции в экономику за 2022-2026 гг. и 2022-2030 гг., в млрд. тенге

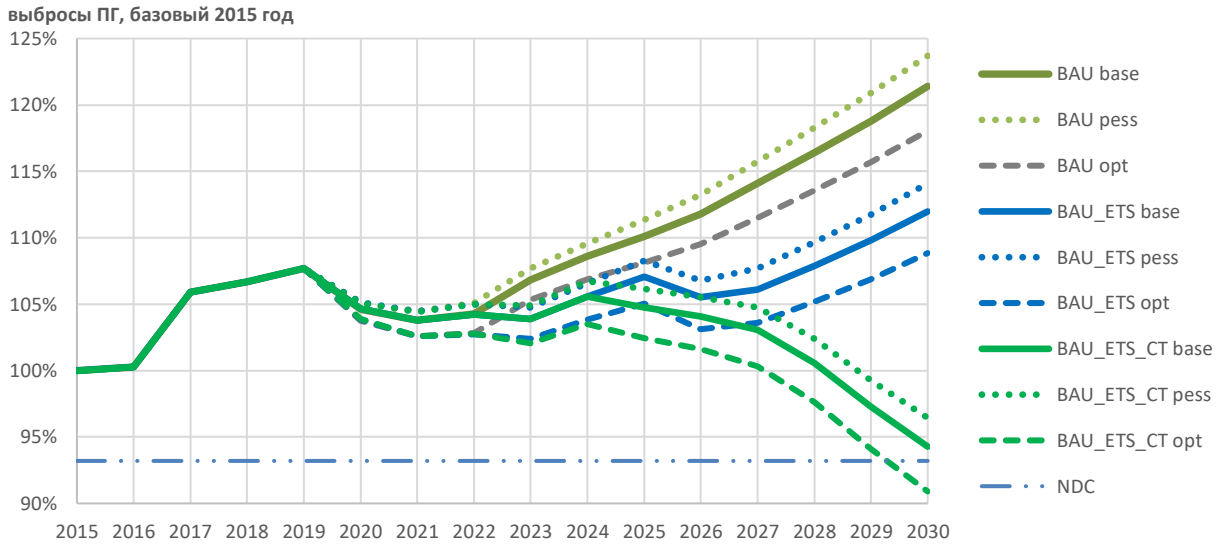
		2022-2026 гг.			2027-2030 гг.		
		Pess	**Base**	**Opt**	**Pess**	**Base**	**Opt**
Сценарии ОНУВ	BAU	102859,8	102919,7	103072,9	107159,2	107189,6	107325,5
	BAU_ETS	104784,4	104853,8	105021,3	111582,2	111654,5	111849,2
	BAU_ETS_CT	109217,0	109397,5	109753,1	101653,5	102013,7	102678,5

Примечание: Сопоставляйте суммарные инвестиции в каждом столбце.

Наибольшее отклонение годовых значений инвестиций в экономику при реализации Оптимистичного и Пессимистичного сценариев мер энергоэффективности в сравнении с Базовым будет иметь место на фоне тотального ужесточения климатической политики (сценарий BAU_ETS_CT). Отклонения Оптимистичного сценария составят от +0,11% до +0,58%, Пессимистичного сценария от -0,05% до -0,31%.

4.2.3. Влияние сценариев реализации мер энергоэффективности на национальные выбросы ПГ.

На рисунке 4.6 представлены проекции национальных выбросов ПГ до 2030 в 9-ти сценариях (6 сценариев). Условно допускается, что после завершения реализации мер энергоэффективности уровень энергоэффективности поддерживается на достигнутом в 2026 году уровне. На рисунке три толстые цветные кривые представляют собой наложение Базового сценария реализации на три основные климатические сценарии. Каждая из них разветвляется на 2 пунктирные кривые: верхние соответствуют наложению Пессимистичного сценария мер энергоэффективности на те же климатические сценарии, нижние соответствуют наложению Оптимистичного сценария на те же климатические сценарии.



Примечания: Горизонтальная пунктирная линия соответствует безусловной цели ОНУВ, которую Казахстан должен достичь до конца 2030 года

Рисунок 4.6 – Динамика национальных выбросов ПГ.

Мы видим, что достижение цели ОНУВ обеспечит только одновременное ужесточения СТВ, введения углеродного налогообложения и реализация мер энергоэффективности по Оптимистичному сценарию на фоне для регулирования выбросов ПГ, которые не охватываются СТВ (сценарий BAU_ETS_CT).

4.2.4. Влияние сценариев реализации мер энергоэффективности на отраслевые выбросы ПГ.

Меры энергоэффективности окажут не одинаковое влияние на отраслевые выбросы ПГ (см. Таблицу 4.6). Описание таблицы 4.6 представлена в информационном боксе ниже.

В Таблице 4.6 представлена количественная оценка возможных изменений отраслевых выбросов ПГ 2030 года относительно уровня выбросов 2015 года в зависимости от климатической политики, которая будет выбрана Правительством РК до середины 2022 года.

Таблица 4.6 – Увеличение/уменьшение отраслевых выбросов ПГ в 2030 году, тыс. тонн CO_2- экв.

	BAU			BAU_ETS			BAU_ETS_CT		
	Pess	Base	Opt	Pess	Base	Opt	Pess	Base	Opt
Электроснабжение	-17819.2	-25735.7	-37627.5	-248357.3	-326602.1	-433944.4	-246663.3	-316619.6	-415542.3
Добыча угля	-1896.4	-1875.9	-1807.0	-7230.5	-7240.2	-7252.7	-8697.5	-8920.6	-8440.7
Нефтепереработка	2565.4	2557.5	2490.8	-4600.0	-4603.9	-4630.5	-5054.4	-5073.5	-5094.4
Добыча природного газа	654.0	646.8	631.5	-948.5	-952.1	-990.3	-1855.6	-1852.5	-1876.5
Химическая промышленность	567.9	569.7	574.9	-166.5	-166.6	-166.3	-263.1	-264.5	-266.1
Централизованное теплоснабжение	14881.3	14921.7	14546.4	4292.5	4253.3	3770.5	461.9	362.5	-160.6
Производство и распределение природного газа	411.1	404.6	362.2	398.5	389.4	343.4	67.3	54.6	10.9
Прочая горнодобывающая промышленность	863.5	863.7	865.2	776.4	774.8	773.0	497.5	493.4	488.1
Добыча сырой нефти	5911.2	5930.3	5975.8	4519.0	4526.1	4541.5	951.6	947.1	945.7
Другие сектора	27391.4	27667.0	27719.0	28331.0	28527.0	28477.6	3510.1	3369.6	2733.8
Сельское хозяйство	2165.2	2166.6	2184.7	1871.7	1863.9	1869.6	5431.9	5344.4	5248.8
Производство минеральной продукции	9927.6	9946.0	10098.3	10314.6	10330.8	10391.5	7418.6	7432.0	7465.8
Металлургия	17650.0	17671.2	17737.6	16728.1	16740.5	16777.8	11389.4	11438.7	11523.6

Пояснения к таблице 4.6

Для упрощения восприятия информации в таблице 4.6 оцененные изменения отраслевых выбросов ПГ визуализированы графически. Ось (сквозная в каждом столбце пунктирная вертикальная линия) соответствует нулевому отклонению выбросов ПГ в 2030 году в соответствующем секторе относительно выбросов 2015 года. Красные полоски левее оси означают, что в 2030 году в соответствующем секторе будет иметь место снижение выбросов ПГ относительно выбросов 2015 года. Синие полоски означают, что будет увеличение выбросов. Ширина полосок пропорциональна количественному значению в соответствующих ячейках.

Для большего упрощения восприятия информации, представленной в таблице 4.6, отрасли проранжированы по критерию возрастания значений в последнем столбце (сценарий BAU_ETS_CT_Opt), поскольку только этот сценарий позволяет достичь безусловной цели ОНУВ («-15%») к 2030 году.

Так, порядок отраслей в таблице 4.6 зависит от величины сокращения/увеличения выбросов в отрасли (в тыс. тонн CO_2-экв.) в 2030 году относительно уровня 2015 года (от отрасли с наибольшим сокращением выбросов ПГ (отрицательные значения) к наибольшему увеличению выбросов ПГ). Таким образом, в начале таблицы 4.6 мы видим отрасль, которая больше всех сократит свои выбросы ПГ в сценарии BAU_ETS_CT_Opt, а в конце – отрасль, которая больше всех увеличит свои выбросы в 2030 году относительно выбросов 2015 года.

Для более подробного анализа изменений выбросов парниковых газов в каждом секторе экономики по разным сценариям, были сгруппированы некоторые взаимосвязанные секторы, чтобы облегчить восприятие данных и подчеркнуть общие тренды и выводы.

Группа 1: Добывающие и перерабатывающие сектора

Сюда относятся добыча угля, нефти и природного газа, а также нефтепереработка. Эти сектора играют ключевую роль в экономике, но также

являются крупными источниками выбросов из-за высоких уровней энергии, потребляемой в производственных процессах, и низкой гибкости в использовании альтернативных источников энергии.

Сценарий BAU

- Добыча угля

В сценарии BAU выбросы угледобычи остаются на уровне 187.5 - 197.0, что указывает на ограниченные возможности для сокращения выбросов без существенных изменений в технологии добычи. Угледобывающий сектор продолжает работать на основе традиционных технологий, что обусловлено высокой инерцией и долгосрочными контрактами на поставки.

- Нефтепереработка

В базовом сценарии выбросы снижаются до 255.7 - 259.8. Небольшое снижение может быть связано с обновлением некоторых нефтеперерабатывающих мощностей и повышением энергоэффективности, однако без крупных инвестиций и политических стимулов уровень выбросов остаётся относительно стабильным.

- Добыча природного газа

Стабильность выбросов в диапазоне 645.8 - 651.5 говорит о том, что газодобывающие предприятия поддерживают высокий уровень потребления энергии без значительных улучшений в технологии, что связано с фиксированным спросом на природный газ.

Сценарий BAU_ETS

- Добыча угля: Снижение выбросов до 187.7 - 204.2 показывает умеренное влияние системы торговли выбросами (СТВ). Однако угледобывающий сектор, с его относительно низкой маржей и высокими затратами на модернизацию, вряд ли сможет сократить выбросы значительно без дополнительной поддержки, например субсидий на внедрение технологий улавливания углерода.

- Нефтепереработка: Снижение до 251.3 указывает на положительное влияние СТВ. Для нефтеперерабатывающего сектора СТВ создаёт стимулы для перехода на более чистое сырьё и модернизацию процессов, что может привести к дальнейшему снижению выбросов при долгосрочном внедрении.
- Добыча природного газа: Незначительное снижение выбросов до 643.1 демонстрирует, что СТВ не оказывает сильного влияния на сектор. Это связано с тем, что газодобывающая отрасль ориентирована на стабильные уровни выбросов, которые сложно снизить без перехода на более чистые или возобновляемые технологии.

Сценарий BAU_ETS_CT

- Добыча угля: Введение углеродного налога вместе с СТВ снижает выбросы до 259.0, что немного больше, чем в случае только СТВ. Это указывает на то, что дополнительный углеродный налог оказывает экономическое давление на угледобывающий сектор, но для более значительных изменений потребуется значительная поддержка для внедрения улавливающих углерод технологий и повышения эффективности.
- Нефтепереработка: В этом сценарии выбросы снижаются до 250.4. Углеродный налог создаёт дополнительные финансовые издержки для сектора, что стимулирует более активный переход на экологичные процессы, однако эффекты будут ограничены без крупных инвестиций в перерабатывающие технологии.
- Добыча природного газа: Незначительное снижение выбросов подтверждает слабую чувствительность сектора к дополнительным мерам. Без радикальных технологических изменений, например, внедрения систем улавливания и хранения углерода (CCS), сектор остаётся устойчивым к налоговым стимулам.

Выводы: Добывающие и перерабатывающие сектора нуждаются в

дополнительных мерах поддержки для достижения значительного сокращения выбросов. Программы по модернизации инфраструктуры, внедрению технологий улавливания углерода и повышению энергоэффективности будут иметь решающее значение для данных отраслей.

Группа 2: Производственные сектора (Химическая промышленность, металлургия, производство минеральной продукции)

Сценарий BAU

- Химическая промышленность: Незначительное изменение выбросов (567.9) указывает на стабильный спрос и высокую энергоёмкость производственных процессов. В химической промышленности низкая гибкость и потребность в специфических химических процессах ограничивают возможности снижения выбросов без значительных технологических инвестиций.
- Металлургия: Небольшой рост выбросов (1765.0 - 1767.8) демонстрирует высокую энергоёмкость процессов, особенно в сталеплавильной и алюминиевой промышленности. Металлургия продолжает расти, поддерживаемая глобальным спросом на металлы, что увеличивает выбросы без внедрения углеродных ограничений.
- Производство минеральной продукции: Незначительное увеличение выбросов связано с ростом производства цемента, бетона и других строительных материалов, что требует высоких температур и, соответственно, значительного потребления энергии.

Сценарий BAU_ETS

- Химическая промышленность: Введение СТВ способствует снижению выбросов до 166.3, так как сектор стремится к повышению эффективности для уменьшения затрат. Компании начинают инвестировать в более чистые технологии, такие как каталитические процессы, что делает СТВ особенно эффективным инструментом для химической

промышленности.

- Металлургия и производство минеральной продукции: Незначительное снижение выбросов указывает на то, что СТВ оказывает ограниченное влияние на данные сектора. Высокие капитальные затраты на модернизацию металлургических и цементных заводов делают их менее гибкими, что снижает возможности быстрого реагирования на стимулы СТВ.

Сценарий BAU_ETS_CT

- Химическая промышленность: Снижение выбросов до 264.5 отражает эффективность комбинированного подхода. Углеродный налог в сочетании с СТВ создает дополнительные экономические стимулы для перехода на низкоуглеродные технологии, такие как использование биогаза и переход на возобновляемые источники энергии.

- Металлургия и производство минеральной продукции: Снижение выбросов минимально, поскольку металлургия и цементная промышленность нуждаются в кардинальных технологических изменениях (например, внедрении технологий улавливания углерода), которые требуют значительных финансовых ресурсов и времени.

Выводы: Химическая промышленность демонстрирует наибольший потенциал для снижения выбросов при введении углеродного налога и СТВ, тогда как металлургия и производство минеральной продукции менее чувствительны к налоговым стимулам из-за высокой капиталоёмкости и потребности в крупных технологических изменениях.

Группа 3: Энергетика и централизованное теплоснабжение

Сценарий BAU

- Централизованное теплоснабжение: Рост выбросов до 1481.9 - 1491.7 отражает возрастающий спрос на тепло, особенно в условиях холодного климата. Без стимулирующих мер теплоснабжающий сектор продолжает полагаться на углеродоёмкие источники, такие как уголь и

природный газ.

Сценарий BAU_ETS

• Централизованное теплоснабжение: Снижение выбросов до 423.5 демонстрирует эффективность СТВ в этом секторе, побуждая компании переходить на более чистые виды топлива, такие как биомасса или природный газ с более высоким КПД.

Сценарий BAU_ETS_CT

• Централизованное теплоснабжение: Максимальное снижение выбросов до 362.5 показывает, что углеродный налог оказывает значительное влияние на теплоснабжающий сектор. Комбинация налоговых и рыночных стимулов побуждает предприятия модернизировать инфраструктуру и внедрять возобновляемые источники тепла, такие как солнечные коллекторы и теплообменники с биомассой.

Выводы: Централизованное теплоснабжение демонстрирует значительный потенциал для снижения выбросов при внедрении СТВ и углеродного налога. Дополнительные меры поддержки могут быть направлены на стимулирование использования возобновляемых источников и переход на более чистые виды топлива.

Группа 4: Прочая горнодобывающая промышленность, сельское хозяйство и другие сектора

Сценарий BAU

• Эти сектора показывают небольшой рост выбросов из-за стабильного спроса на продукцию и ограниченного внедрения энергосберегающих технологий.

Сценарий BAU_ETS

• СТВ оказывает минимальное воздействие на данные сектора, так как компании с низким уровнем выбросов не стремятся инвестировать в новые технологии без значительных стимулов.

Сценарий BAU_ETS_CT

- Углеродный налог в сочетании с СТВ побуждает к небольшому снижению выбросов, однако для данных отраслей требуются дополнительные механизмы, такие как субсидии и гранты, чтобы обеспечить значительное сокращение выбросов.

Выводы: Сектора с небольшими объемами выбросов требуют значительных структурных изменений и дополнительных финансовых стимулов для заметного сокращения выбросов.

Общий вывод

Сценарий BAU_ETS_CT с системой торговли выбросами и углеродным налогом демонстрирует наибольшую эффективность для снижения выбросов в большинстве секторов, особенно в энергетике, теплоснабжении и химической промышленности. Для более энергоёмких секторов, таких как металлургия и производство минеральной продукции, требуются дополнительные программы поддержки и субсидии на модернизацию и переход на возобновляемые источники энергии.

Помимо секторального обзора, стоит также рассмотреть общую картину по снижению выбросов и инвестиционным затратам, включая особенности каждого сценария для разных секторов и их влияния на достижение климатических целей:

1. Сценарий BAU (Business As Usual)

- Динамика выбросов: Сценарий BAU показывает устойчивый рост выбросов парниковых газов в течение прогнозного периода. К 2030 году выбросы достигают уровня около 120% от базового уровня 2015 года в пессимистическом прогнозе. Этот рост обусловлен отсутствием строгих мер по сокращению выбросов и полаганием на традиционные источники энергии, такие как уголь и нефть.
- Отраслевые тенденции: В этом сценарии секторы, такие как

электроснабжение, добыча угля и нефтепереработка, продолжают работать с текущими уровнями выбросов или даже увеличивают их из-за отсутствия стимулирующих мер по сокращению выбросов. Например:

- Электроснабжение: Ожидается увеличение выбросов из-за высокой зависимости от угля и нефти в энергетическом балансе страны.
- Добыча угля и нефти: Выбросы остаются стабильными или немного увеличиваются, так как эти сектора сохраняют свои текущие производственные практики и не получают стимулов для перехода на более чистые технологии.

• Инвестиционные затраты: Инвестиции в сокращение выбросов отсутствуют, что предполагает, что рост выбросов не будет контролироваться. Это может привести к более высоким долгосрочным затратам, связанным с адаптацией к последствиям изменения климата, и к возможным международным санкциям, если цели по сокращению выбросов не будут достигнуты.

Выводы для BAU: Этот сценарий является наименее устойчивым, поскольку приводит к значительному росту выбросов, создавая значительные риски для экологической и экономической устойчивости Республики Казахстан в долгосрочной перспективе. Отсутствие климатических мер может привести к последствиям, таким как ухудшение качества воздуха, рост экономических затрат из-за климатических изменений и потеря международных инвестиций.

2. Сценарий BAU_ETS (система торговли выбросами)

• Динамика выбросов: Введение системы торговли выбросами (СТВ) в этом сценарии помогает стабилизировать и даже немного сократить выбросы. В базовом и оптимистическом прогнозах выбросы остаются на уровне около 100% или немного ниже от уровня 2015 года, что демонстрирует умеренную эффективность СТВ.

- Эффективность в разных секторах:
- Энергетика и электроснабжение: СТВ стимулирует переход на более энергоэффективные технологии и использование менее углеродоёмких источников энергии, таких как природный газ или возобновляемые источники. Выбросы в этом секторе демонстрируют умеренное сокращение.
- Промышленные сектора (металлургия, химическая промышленность): СТВ оказывает некоторое давление на крупные промышленные предприятия, что побуждает их искать способы повышения энергоэффективности, модернизировать оборудование и снижать выбросы. Однако из-за высокой капиталоёмкости и низкой гибкости модернизации снижение выбросов в этих секторах происходит медленными темпами.
- Сельское хозяйство и другие сектора: Влияние СТВ на данные сектора минимально, так как они имеют ограниченные возможности для торговли выбросами и не обладают высоким потенциалом для снижения выбросов без дополнительных программ поддержки.
- Инвестиционные затраты: Затраты на реализацию СТВ составляют около 109217.0 млн рублей в период 2022–2026 гг. и увеличиваются до 111582.2 – 111849.2 млн рублей в период 2027–2030 гг. Это подтверждает необходимость в регулярных инвестициях для поддержания и расширения СТВ.

Выводы для BAU_ETS: Сценарий с СТВ показывает свою эффективность в сокращении выбросов в энергетике и некоторых промышленных секторах, но не достигает требуемого уровня для выполнения целей НДЦ. Это означает, что для достижения климатических целей и дополнительного сокращения выбросов потребуется усиление климатической политики или дополнение СТВ другими механизмами, например, углеродным налогом.

3. Сценарий BAU_ETS_CT (система торговли выбросами и

углеродный налог)

- Динамика выбросов: Комбинация СТВ и углеродного налога в сценарии BAU_ETS_CT показывает наибольшую эффективность в сокращении выбросов. К 2030 году выбросы в оптимистическом прогнозе снижаются до уровня ниже 95% от уровня 2015 года. Этот сценарий демонстрирует устойчивое снижение выбросов, особенно в энергетике и промышленности, что делает его наиболее подходящим для достижения климатических целей.
- Отраслевые тенденции:
- Энергетика и электроснабжение: Комбинация СТВ и углеродного налога значительно снижает выбросы в этом секторе, так как компании сталкиваются с дополнительными финансовыми стимулами для перехода на более чистые виды топлива, такие как биомасса, природный газ и возобновляемая энергия. Введение налога на углерод делает традиционные углеродоёмкие источники менее экономически привлекательными.
- Промышленные сектора: Углеродный налог, в сочетании с СТВ, побуждает к модернизации оборудования, внедрению энергоэффективных технологий и переходу на низкоуглеродные материалы. Металлургия, химическая промышленность и производство минеральной продукции показывают снижение выбросов в ответ на дополнительные экономические издержки, вызванные углеродным налогом.
- Сельское хозяйство и другие сектора: Введение углеродного налога оказывает умеренное влияние и на эти сектора. Налог побуждает к повышению эффективности в использовании ресурсов и снижению выбросов, например, за счёт внедрения более эффективных сельскохозяйственных практик.
- Инвестиционные затраты: Сценарий BAU_ETS_CT требует чуть более высоких затрат по сравнению с BAU_ETS в период 2022–2026 гг.

(109397.5 млн рублей) и в период 2027–2030 гг. (111654.5 – 111849.2 млн рублей). Однако при сравнении этих затрат с достигнутыми сокращениями выбросов можно сказать, что BAU_ETS_CT обеспечивает максимальную эффективность на вложенные средства.

Выводы для BAU_ETS_CT: Сценарий с комбинацией СТВ и углеродного налога является наиболее устойчивым и экономически обоснованным подходом для сокращения выбросов. Он позволяет не только приблизиться к целям НДЦ, но и создать стимулы для долгосрочных инвестиций в чистые технологии и энергоэффективные решения.

Общие выводы и рекомендации

Достижение климатических целей и выполнение НДЦ

- Наиболее подходящий сценарий: BAU_ETS_CT является единственным сценарием, который демонстрирует реальный потенциал для достижения климатических целей НДЦ. Комбинация рыночных и налоговых стимулов является наиболее эффективной для стимулирования перехода на низкоуглеродные технологии и значительного сокращения выбросов во всех ключевых секторах.
- Риски для BAU и BAU_ETS: Сценарии BAU и BAU_ETS не позволяют достичь целей НДЦ, особенно в пессимистическом прогнозе. Это создает риски, связанные с ухудшением экологической ситуации, увеличением затрат на адаптацию к изменениям климата и возможностью международных санкций или штрафов.

Инвестиционные приоритеты

- Поддержка углеродоемких секторов: Добывающие и производственные сектора (добыча угля, нефтепереработка, металлургия, химическая промышленность) нуждаются в значительных инвестициях для модернизации. Программы субсидирования и грантов для внедрения технологий улавливания и хранения углерода (CCS) могут существенно

снизить выбросы в этих секторах.

- Энергетика и теплоснабжение: Инвестиции в модернизацию энергетических мощностей, переход на возобновляемые источники энергии и более чистое теплоснабжение принесут значительные результаты по сокращению выбросов, особенно при реализации сценария BAU_ETS_CT.

Глава 5. Аналитические выводы и рекомендации на основе анализа результатов моделирования

Снижение энергоемкости ВВП

1. Согласно полученным результатам моделирования в TIMES, ***энергоемкость ВВП удастся снизить по отношению к уровню 2015 года: на 7,1% при Пессимистичном сценарии, на 10,4% при Базовом сценарии и на 15% при Оптимистичном сценарии реализации мер энергоэффективности*** без учета мер повышения энергоэффективности грузовых и пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте. А ***к концу 2030 года: на 14,4% при Пессимистичном сценарии, на 18,7% при Базовом сценарии и на 24,4% при Оптимистичном сценарии***.

Напомним, что согласно действующему Национальному проекту «Жасыл Казахстан» (2021-2025 гг.), ***энергоемкость ВВП РК к 2025 году должна снизиться не менее чем на 20 % от уровня 2015 года***.

А согласно оценке, энергоёмкость ВВП РК можно снизить к 2030 году на 38,9% относительно уровня 2020 года, если реализовать весь комплекс мер декарбонизации, включенных в проект Дорожной карты реализации обновленного ОНУВ РК на 2021-2025 годы.

Напомним, что согласно Концепции по вхождению Республики Казахстан в число 30 самых развитых государств мира, ***энергоемкость ВВП должна снизиться*** с 0,4 т у.т./тыс. долл. США ***до 0,2 т у.т./тыс. долл. США к 2050 году.*** Вполне вероятно, что данный целевой индикатор может быть достигнут досрочно.

Для сравнения также напомним оценку ИРЭЭ. Если рекомендованные энергоаудиторами меры повышения энергоэффективности будут в полном объеме реализованы субъектами ГЭР, то ***энергоемкость ВВП может снизиться к 2030 году на 27,2% от уровня 2015 года и составить 0,22 т н.э./***

тыс. долл. (2015).

Влияние реализации мер на ВВП

Меры энергоэфективности окажут не существенное влияние на динамику ВВП страны, которая продолжит поступательно расти при любых сценариях[33].

Влияние реализации Базового сценария на ВВП страны при любых вариантах климатической политики не превышает +0,65% за 5 лет. ***Значения отклонений результатов моделирования Пессимистичного и Оптимистичного сценариев от Базового*** находятся в диапазоне десятых, сотых и тысячных долей процента. В целом, ***реализация Пессимистичного сценария при любом из трех возможных сценариев климатической политики приведет к замедлению темпа роста ВВП*** в сравнении с Базовым сценарием. Напротив, реализация ***Оптимистичного сценария на фоне всех трех сценариев климатической политики приведет к ускорению роста ВВП*** в диапазоне от +0,005% до +0,024% в год.

Влияние на потребность экономики в инвестициях

Согласно Национальным счетам РК 2015-2019 гг., наблюдается тенденция увеличения доли инвестиций в структуре ВВП республики. Эта тенденция продолжится: доля инвестиций в структуре ВВП за 2022-2026 гг. увеличится с 28,1% до 33,5-33,6% в зависимости от сценария реализации мер энергоэффективности фоновой климатической политики.

На изменение инвестиционной потребности агентов рынка[34] в большей

[33] Использованная модель CGE не учитывает влияния введения Евросоюзом углеродного пограничного корректирующего механизма (CBAM) на экономику Республики Казахстана.

[34] При макроэкономическом моделировании в CGE все участники рынков делятся на три типа «агентов рынка»: государство, компании и домохозяйства.

степени влияет фоновая климатическая политика, которая будет определена Правительством РК до конца первого полугодия 2022 года, нежели меры энергоэфективности.

Так, если Правительство РК примет решение наряду с ужесточением СТВ ввести углеродное налогообложение, то это приведет росту совокупной инвестиционной потребности агентов внутреннего рынка на 6,18-6,48% для всех сценариев относительно инвестиционной потребности, которая могла бы иметь место при сохранении текущей климатической политики. В случае принятия решения об ужесточении СТВ без введения углеродного налогообложения, потребность в инвестициях вырастет лишь на 1,87-1,89%.

В тоже время в рамках одной и той же климатической политики потребность в инвестициях при реализации разных сценариев колеблется в диапазоне от 0 до 0,21-0,49%.

Чем жестче будет государственная политика углеродного регулирования и чем жестче политика повышения энергоэффективности в виде более высоких темпов снижения энергоёмкости, тем больше будут суммарные инвестиции в экономику в течение 2022-2026 гг. Интересно, что реализация мер энергоэфективности на фоне самой жесткой из трех климатических политик приведет в дальнейшем (в период 2027-2030 гг.) к наименьшей потребности экономики в инвестициях чем если бы меры по энергоэфективности реализовывались при более мягких климатических политиках (BAU и BAU_ETS).

Анализ результатов квантификации позволяет заключить, что ***меры повышения энергоэффективности комплементарны политике ужесточения углеродного регулирования в Республики Казахстан***. Это значит: ***чем жестче климатическая политика, тем амбициознее должны быть целевые индикаторы повышения энергоэффективности***. При самой

жесткой климатической политике (Правительству РК рекомендована именно она, поскольку только она обеспечит выполнение безусловных обязательств страны, согласно ОНУВ) средние темпы повышения энергоэффективности Базового сценария требуют значительно больших инвестиций, чем при более высоких темпах повышения энергоэффективности Оптимистичного сценария ***в период после 2026 года (до 2030 года).***

Влияние на выбросы ПГ

Результаты моделирования в CGE[35] показали, что ***достижение цели ОНУВ обеспечит только одновременное ужесточения СТВ, введения углеродного налогообложения и реализация мер энергоэфективности по Оптимистичному сценарию на фоне***, который призван регулировать выбросы ПГ, не охватываемые СТВ.

Интересно обратить внимание на результаты моделирования в TIMES. Напоминаем, что, в TIMES сценарии мер энергоэфективности «накладывались» только на Базовый сценарий, который соответствует сохранению проводимых в настоящее время государственных политик в рамках Системы государственного планирования, в том числе соответствует сохранению текущей климатической политики до 2030 года. Также напоминаем, что TIMES оптимизирует (по затратам) только развитие, связанное с производством, преобразованием, транспортировкой, хранением, распределением и потреблением всех видов энергоресурсов и способна определять влияние развития «энергетической деятельности» на выбросы ПГ. Таким образом**,** моделирование реализации сценариев энергоэфективности в TIMES показало, что:

[35] CGE считает все выбросы ПГ не только от «энергетической деятельности».

– темпы повышения энергоэффективности, заложенные в Оптимистичный сценарий при сохранении текущей климатической политики, позволят сократить лишь 25% от необходимого объема сокращения выбросов ПГ, согласно безусловным обязательствам страны («-15%») и 10,9% – согласно условным обязательствам «-25%»;

– суммарная потребность экономики в инвестициях за 2022-2026 гг., связанная с технологиями производства, преобразования и сжигания энергоресурсов, в Пессимистичном сценарии будет больше, чем в Базовом на 1,5 млрд. долларов США, а в Оптимистичном сценарии меньше, чем в Базовом сценарии на 0,5 млрд. долларов США. Разница в инвестиционной потребности между Пессимистичным и Оптимистичным сценариями – почти 2 млрд. долл. США за 5 лет.