Тема: «Моделирование топливно-энергетического баланса Казахстана (KZLEAP) для анализа сценариев декарбонизации и инструментов ценообразования на углеродные эмиссии» (Научный руководитель проекта – Ph.D. Жакиев Н.К.)

**Заявка**

**на участие в конкурсе на грантовое финансирование**

**научных и (или) научно-технических проектов**

**Цель проекта:** Разработка инструмента моделирования топливно-энергетического баланса Казахстана (KZLEAP), формирование плана действий по принятию решений по низкоуглеродному переходу и анализ инструментов ценообразования на выбросы углерода с целостным межотраслевым видением развития зеленой экономики и инфраструктуры, выводящий Казахстан в лидирующий регион по углеродной нейтральности.

 **Новизна исследования** заключается в разработке новой модели топливно-энергетической системы Казахстана для анализа сценариев низкоуглеродного развития, который учитывает применение мер «операционной декарбонизации», возможностей региона и развитие наиболее оптимальных торговых инструментов ценообразования на углерод.

**Гипотеза исследования** - количественная кроссекторальная модель дает исчерпывающее описание возможных сценариев развития топливно-энергетической системы с учетом приоритезации политик и мер по декарбонизации на основе технико-экономического подхода, количественного и качественного анализа инструментов ценообразования на выбросы углерода в регионе Центральной Азии.

**Задачи проекта:**

1. Анализ топливно-энергетического баланса.

2. Разработка KZLEAP модели.

3. Моделирование сценариев развития, количественная и качественная аналитика.

**В результате реализации проекта** будет проведен анализ наиболее оптимальных сценариев низкоуглеродного развития страны и возможность развития торговых инструментов ценообразования на углерод в регионе. Ожидается разработка новой модели оптимизации казахстанского рынка для комплексного энергетического планирования и оценки смягчения последствий изменения климата на основе LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning). LEAP это интегрированный инструмент моделирования, который можно использовать для отслеживания энергопотребления, производства и добычи ресурсов во всех секторах экономики в течение среднесрочных и долгосрочных прогнозных периодов. Проект предполагает решение актуальных задач экологии, подготовки кадров, социально-экологического и научно-технического развития Республики Казахстан. Ключевым фактором проведения данного исследования являются экологические, экономические и энергетические аспекты декарбонизации национальной экономики для лиц, принимающих решения в разработке правительственных Стратегий: (i) Стратегия «Казахстан-2050» включает в себя долгосрочные цели по увеличению доли альтернативной энергетики в производстве электроэнергии (возобновляемой и атомной) до 50% к 2050 году; **(**ii) Стратегия достижения углеродной нейтральности к 2060 году является триггером по привлечению значительных инвестиции в альтернативные источники энергии. Регионы страны имеют большой потенциал возобновляемой энергии: солнечной, ветровой, био, гидро- и геотермальной энергии. **(**iii) Используя разнообразные источники энергии и структуру производства в регионе, углеродный рынок проложит путь к ускоренной региональной декарбонизации и реализации преимуществ устойчивого энергетического сотрудничества в ЦА. Более трех статей будут опубликованы в рейтинговых научных журналах с высоким импакт-фактором.

**Ключевые слова:** LEAP моделирование, топливно-энергетический баланс Казахстана; низкоуглеродное развитие; снижение выбросов; углеродная нейтральность.

1.3. Наименование специализированного научного направления, по которому подается заявка: 26. Междисциплинарные научные исследования и разработки в области экологии.

1.4. Область исследования в соответствии с Классификатором научных направлений: 87.35.91 87

 **2. Общая концепция проекта**

**2.1. Вводная часть**

Энергетический сектор и экономика Казахстана в целом зависят от ископаемого топлива, уголь является основой электроэнергетического сектора Казахстана, на его долю приходится 67% производства электроэнергии в стране и выбросов CO₂. Переход от ископаемого топлива к экологически чистым энергетическим решениям для Казахстана сейчас занимает важное место в повестке национальной стратегии. Это требует трансформации энергетической политики и пересмотра традиционных стратегий промышленного развития, внедрения инновационных технологий и применения мер «оперативной декарбонизации». Энергетическое моделирование сценариев развития имеет важную роль в формировании политических и инвестиционных решений.

**2.3. Задачи проекта**

Концепция данного исследования предусматривает 3 рабочих пакета (WP-work package) реализации:

**WP1.** **Анализ топливно-энергетического баланса**. Аналитика данных, построение прогнозных моделей, корреляционный анализ, сопоставление показателей с другими странами, графики зависимостей, архитектура репозитории. Необходимые данные (датасеты в ежемесячном и сезонном разрешении) входящие в топливно-энергетический баланс и сбор данных о выбросах будут официально запрошены у Бюро Национальной статистики министерства экономики РК, АО «Жасыл Даму» Министерства Экологии РК, АО «KEGOC» и АО «Казахстанский оператор рынка электрической энергии и мощности (КОРЭМ)» Министерства Энергетики РК. В дальнейшем полученные данные будут обработаны в программной среде SQL, Python, MS Excel, Wolfram Mathematica.

**WP2.** **Разработка KZLEAP модели.** Разработка и создание открытой, прозрачной и интегрированной платформы моделирования для оценки путей низкоуглеродного перехода энергетической системы Казахстана в LEAP. Подготовка кадров в области моделирования в LEAP и формирование человеческого капитала экспертов. Повышение квалификации научных сотрудников в улучшении модели KZLEAP (участие в семинарах, доклад на конференциях, улучшение научных методов, обучение магистрантов). Количественное изучение сценариев среднесрочных и долгосрочных путей декарбонизации. Повышение квалификации сотрудников госорганов использованию модели KZLEAP и вовлечение их в научные исследования.

**WP 3: Моделирование сценариев развития, количественная и качественная аналитика.** Построение энергетических маршрутов с помощью модели LEAP для энергетического планирования и оценки смягчения последствий изменения климата. Ограничения выбросов различаются в разных сценариях и оптимизируются эндогенно с помощью модели в зависимости от прироста ВВП, либо на основе текущих выбросов. Энергетическое моделирование сценариев развития имеет важную роль в формировании политических и инвестиционных решений. Исследование потенциала Центральной Азии в развитии инструментов ценообразования для углеродного рынка для ускоренной региональной декарбонизации и реализации преимуществ устойчивого энергетического сотрудничества в регионе.

**WP 3: Моделирование сценариев, аналитика**

**WP 2: KZLEAP модель**

**WP 1: Анализ топливно-энергетического баланса**

**Разработка алгоритма моделирования оптимальных сценариев декарбонизации;**

**Разработка инструмента моделирования KZLEAP (тестирование, калибровка)**

**Формирование Базы данных топливно-энергетического баланса Казахстана за 2000-2023 гг.**

**Содействие Министерству Экологии РК в приоритезации политик и мер по декарбонизации (технико-экономический подход, количественный и качественный анализ).**

**Повышение квалификации научных сотрудников в улучшении модели KZLEAP (участие в семинарах, доклад на конференциях, улучшение научных методов, обучение магистрантов)**

**Аналитика данных, построение прогнозных моделей, корреляционный анализ, сопоставление показателей с другими странами, графики зависимостей, архитектура репозитории.**

**Повышение квалификации сотрудников госорганов использованию модели KZLEAP и вовлечение их в научные исследования**

**Анализ инструментов ценообразования на выбросы углерода для региона Центральной Азии.**

**Содействие национальному бюро статистики в улучшении методологии сбора данных топливно-энергетического баланса Казахстана**

**Формирование плана действий по принятию решений для низкоуглеродного развития**

Рисунок 1. Матрица реализации проекта

**3. Научная новизна и значимость проекта**

Казахстан является ведущим производителем и экспортером ископаемых источников энергии: 9-ый по величине экспортером угля, 9-ый по величине экспортером сырой нефти и 12-ый по добыче природного газа [МЭА, 2021]. Экономика Казахстана в значительной степени зависит от производства энергии в основном из ископаемого топлива, энергоемкой промышленности и переработки природных ресурсов. Казахстан, являющийся ведущим экспортером углеводородов, в настоящее время сталкивается с необходимостью декарбонизации секторов экономики и перехода к новой энергетической парадигме основанный на климатической повестке. Переход от ископаемого топлива к экологически чистым энергетическим решениям сейчас занимает важное место в национальных стратегических документах [Стратегия 2060 netzero].

Ключевым фактором проведения данного исследования являются экологические, экономические и энергетические аспекты декарбонизации национальной экономики: (i) Стратегия «Казахстан-2050» включает в себя долгосрочные цели по увеличению доли альтернативной энергетики в производстве электроэнергии (возобновляемой и атомной) до 50% к 2050 году; **(**ii) Стратегия достижения углеродной нейтральности к 2060 году является триггером по привлечению значительных инвестиции в альтернативные источники энергии. Регионы страны имеют большой потенциал возобновляемой энергии: солнечной, ветровой, био, гидро- и геотермальной энергии. **(**iii) Используя разнообразные источники энергии и структуру производства в регионе, пилотный рынок проложит путь к ускоренной региональной декарбонизации и реализации преимуществ устойчивого энергетического сотрудничества в ЦА. Эти преимущества включают снижение инвестиционных затрат на новые генерирующие мощности, более активное развитие возобновляемых источников энергии, а также улучшение эксплуатации и управления региональными энергетическими ресурсами.

Необходимая модернизация энергетической системы Казахстана может сопровождаться переходом на экологически зеленые источники энергии. Поскольку средний возраст парка угольных электростанций составляет 50 лет, расширение использования возобновляемых источников энергии для замены тепловых электростанций позволит стране избежать инвестиций в активы, которые не понадобятся в будущем.

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

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

Интерес к производству возобновляемой энергии растет во всех странах региона, мотивированный текущими потребностями в энергии и реализацией долгосрочных стратегий смягчения последствий ИК. Глобальное стремление к чистым технологиям демонстрирует, что энергетический кризис, безусловно, не является препятствием для климата, а, скорее, ускоряет энергетический переход. Фактически, доклад МЭА WEO 2022 приводит нас к выводу, что знаменитую энергетическую трилемму можно решить с помощью чистой энергии, обеспечивая решения для энергетической безопасности, экономической конкурентоспособности и устойчивости.

Процессы декарбонизации и энергоперехода в текущих геополитических условиях являются объективной реальностью, вследствие чего развитие безуглеродной зелёной энергетики выступает ключевым условием соответствия энергетической политики стран-экспортёров энергоресурсов современным энергетическим трендам, что, в конечном итоге, расширяет перспективы эффективного энергодиалога. Реализация проектов в сфере ВИЭ для нефтегазовой экономики выступает как драйвер инновационного развития топливно-энергетического комплекса. Реализация имеющегося потенциала ВИЭ в странах-экспортёрах ископаемых энергоресурсов будет способствовать расширению новых научных направлений, промышленному росту в смежных отраслях, созданию новых рабочих мест и др. Для ряда стран за счёт увеличения доли ВИЭ в энергобалансе используется возможность наращивания углеводородного экспорта.

Однако отсутствует комплексный анализ и моделирование, которые обеспечивают оптимальные решения и учитывают все аспекты реализации долгосрочных стратегий смягчения последствий.

 Казахстан, являющийся ведущим экспортером углеводородов, столкнулся с необходимостью декарбонизации своей экономики и перехода к новой энергетической парадигме. Необходим дальнейший анализ возможностей для управляемого постепенного отказа от угля и поэтапного развития возобновляемых источников энергии наряду с повышением маневренности в энергетическом секторе. Недавнее заявление Президента о цели углеродной нейтральности Казахстана к 2060 году требует проведения значительной работы по регулированию каждого сектора выбросов парниковых газов (Таблица 1) [UN PAGE, 2021]. Согласно стратегии, альтернативные и «зеленые» энергетические технологии должны обеспечить до 50% всей потребляемой энергии к 2050 году.

Таблица 1. Целевые показатели Казахстана по выбросам парниковых газов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Период | Выбросы парниковых газов, млн т CO2-экв | Регулирующий документ |
| 1990 (базовый) | 386 | Не регулируется |
| 2030 | 328 (безусловная цель)290 (условная цель) | Парижское соглашение |
| 2060 | 0 (c учетом поглощения ЗИЗИЛХ) | Доктрина углеродной нейтральности (утверждена) |

Однако немногие местные эксперты считают его возможным даже в долгосрочной перспективе, и пока конкретных планов по поэтапному отказу или хотя бы поэтапному сокращению нет. В любом случае для сокращения углеродных выбросов потребуется переход на источники с меньшими выбросами, такие как ВИЭ, возможно, в сочетании с газом. В целом геолокация Казахстана и низкая плотность населения являются идеальным вариантом для выбора площадок для строительства ветряных и солнечных электростанций. Средняя скорость ветра в некоторых регионах Казахстана составляет 8–9 м/с на высоте 100 м, что идеально подходит для производства недорогой электроэнергии. В южной части страны интенсивность солнечной радиации достигает 4,79 кВтч/м2, что является хорошими показателями для тепловой энергетики.

Казахстану нужна специальная стратегия или дорожная карта по декарбонизации страны, чтобы ускорить переход от углеводородной экономики к зеленой экономике. Дорожная карта зеленой экономики должна обеспечить уверенность заинтересованных сторон в цепочке ценообразования на углеродные эмиссии. Контроль выбросов углерода является политическим инструментом декарбонизации и важным фактором «зеленой» экономики.

Как показано в Таблице 3, все еще существуют значительные пробелы и угрозы для принятия мероприятий по декарбонизации в Казахстане, но есть также значительные сильные стороны и возможности, которые могут способствовать их принятию и реализации.

|  |  |
| --- | --- |
| **Strengths (сильные стороны):**- Правительства уже оказывают поддержку декарбонизации посредством программ и проектов;- Применение существующих инструментов MRV (означает измерение, отчетность и проверку);- Постоянное региональное сотрудничество через региональные платформы;- Основные отрасли выбросов Казахстана подходят для СТВ; | **Weaknesses (слабые стороны):**- ИПЦ не соответствует некоторым национальным политикам и инициативам;- Ограниченный опыт определения ИПЦ в регионе;- Недостаточная государственная поддержка внедрения ИПЦ;- Недостаточная техническая информация на казахском языке;- Недостаток местных экспертов, обладающих достаточным техническим опытом для разработки и реализации программ и инициатив ИПЦ; |
| **Opportunities (возможности):** - Меньшая конкуренция между государственными и частными организациями за внедрение ИПЦ, чем в некоторых других странах;- Существующие структуры поддержки со стороны международных организаций, включая ООН, Всемирный банк, USAID, ЕБРР, АБР и GIZ.- Значительные возможности по снижению выбросов парниковых газов;- Возможности диверсификации экономики и создания новых источников экспорта;- Возможность сократить субсидии на ископаемое топливо;- Значительный потенциал для более широкого внедрения возобновляемых источников энергии;- Более широкое региональное сотрудничество в области электроэнергетики могло бы способствовать развитию региональной СТВ; | **Threats (угрозы):**- Затраты на торговлю выбросами станут дополнительными расходами для предприятий, которые некоторые предприятия не приветствуют и которые могут быть переложены на потребителей;- Если не будут созданы эффективные системы компенсации для уязвимых групп и не будут финансироваться за счет доходов от цен на выбросы углерода, рост цен (например, на электроэнергию или топливо) может привести к социальной напряженности;- ИПЦ воспринимается как дополнительное бремя административных расходов;- ИПЦ может повлиять на торговые отношения со странами за пределами Центральной Азии. |

Таблица 3. SWOT-анализ низкоуглеродного перехода и ценообразования на углеродные выбросы в Казахстане

Глобальные усилия по борьбе с изменением климата приведут к сокращению инвестиций и девальвации ресурсов ископаемого топлива, в то время как экономика стран ЦА в значительной степени зависит от доходов от экспорта нефти и газа и угольных ресурсов.

Хотя литература по энергетическому сектору ЦА медленно развивается, она все еще нуждается в совершенствовании с точки зрения методологии, ее прозрачности и критического отражения технических, экономических и социальных последствий предполагаемого процесса устойчивой трансформации. Это один из вопросов, который решается в предлагаемом исследовании, проанализировав экономические и технические последствия устойчивой трансформации. Это приводит к следующим научным вопросам, лежащим в основе данного исследования:

-Может ли низкоуглеродный переход послужить драйвером сотрудничества и координации в Центральной Азии? Должны ли страны ЦА предусмотреть варианты межгосударственного сотрудничества в развитии энергосистемы? Каковы возможные стратегии устойчивой трансформации для стран ЦА, учитывая их особенности (например, сильная нефтяная, газовая и угольная промышленность, суровые зимы, большие расстояния транспортировки, местоположение и т. д.)?

В настоящее время в энергосистеме ЦА мало внимания уделяется эксплуатации системы с наименьшими затратами и чрезмерному обеспечению спроса. Это приводит к чрезмерному расходу топлива, сопутствующим выбросам и устаревшей инфраструктуре. В то же время рынок электроэнергии в каждой стране ЦА развивается и в настоящее время находится на переходной стадии, характеризующейся появлением схем поддержки возобновляемой энергетики. Для достижения глобальной цели по сокращению выбросов парниковых газов электроэнергетический сектор ЦА играет важную роль.

Разработка модели LEAP с открытым исходным кодом для оценки технических барьеров и решений различных сценариев трансформации с подробным межотраслевым представлением будет разработано на основе математических подходов моделирования. Будут учтены технико-экономические пути ужесточения ограничений на выбросы CO2, субсидирования зеленых технологий и хранения электроэнергии.

**4. Методы исследования и этические вопросы [не более 1 500 слов]**

Модели энергетических систем используются для анализа долгосрочной политики и путей сокращения выбросов парниковых газов (ПГ). Необходимо создать энергетические системы с ‘net zero’ или ‘net-negative emission’, которые декарбонизируют всю экономику, охватывая спрос и предложение энергии, а также другие источники выбросов, включая промышленные процессы, сельское хозяйство, землепользование. Подмножеством этих моделей являются инженерно-экономические модели минимизирующие затраты на достижение экзогенно заданных ежегодных сокращений выбросов ПГ для ограничения роста средней глобальной температуры. Их результаты, называемые моделями глубокой декарбонизации (DDM), включают уровни и сроки инвестиций в энергетику, удовлетворяющие прогнозам будущего спроса на энергию во всех энергетических секторах в течение нескольких десятилетий.

**Новизна исследования** заключается в разработке новой модели топливно-энергетической системы Казахстана для анализа сценариев низкоуглеродного развития, который учитывает применение мер «операционной декарбонизации», возможностей региона и развитие наиболее оптимальных торговых инструментов ценообразования на углерод.

**Гипотеза исследования** - количественная кроссекторальная модель дает исчерпывающее описание возможных сценариев развития топливно-энергетической системы с учетом приоритезации политик и мер по декарбонизации на основе технико-экономического подхода, количественного и качественного анализа инструментов ценообразования на выбросы углерода в регионе Центральной Азии.

**Данные** об энергетической системе часто включают статистику о текущем и прогнозируемом наличии и ценах на топливо, электрической мощности и выработке, спросе и ценах на энергию, геопространственные данные о возобновляемых источниках энергии и политике. Модели могут также включать различные технологические, экономические, политические и экологические ограничения. Например, процесс моделирования для определения наименее затратного пути достижения нулевых выбросов может включать ограничение воздействия на плательщиков налогов для бытовых потребителей с низкими доходами. Затем модели используют эти входные данные для генерации выходных данных с использованием сложных методов математической оптимизации. Энергетическое моделирование опирается на несколько источников данных. Существует три основные категории данных:

• Данные о существующей энергетической системе;

• Прогнозы будущих затрат, политики, цен на топливо, спроса и других данных;

• Различные ограничения, такие как технологические, экономические, политические и справедливость.

Существует ряд открытых инструментов для автоматического извлечения данных о передаче энергии, но воспроизводимость может быть проблемой. LEAP был принят тысячами организаций в более чем 190 странах мира.

**Инструмент моделирования**. LEAP - это прозрачный и удобный инструмент для планирования энергетики и смягчения последствий изменения климата, который был принят тысячами организаций почти в 190 странах мира, включая правительственные учреждения, ученых, некоммерческие организации, консалтинговые компании и энергетические компании. Его можно использовать в самых разных масштабах: от городов и штатов до национальных, региональных и даже глобальных приложений. По крайней мере, 37 стран использовали LEAP для помощи в разработке своих определяемых на национальном уровне вкладов (NDC), представленных на Парижской климатической конференции РКИК ООН в 2015 году, и LEAP быстро становится стандартом де-факто для стран, осуществляющих комплексное планирование ресурсов и оценки смягчения последствий выбросов парниковых газов, особенно в Развивающийся мир.

LEAP быстро становится стандартом де-факто для стран, осуществляющих комплексное планирование ресурсов, оценку сокращения выбросов парниковых газов (ПГ) и стратегии развития с низким уровнем выбросов (LEDS), особенно в развивающихся странах, и многие страны также решили использовать LEAP как часть своих обязательство отчитываться перед Рамочной конвенцией ООН об изменении климата (РКИК ООН). По крайней мере, 32 страны использовали LEAP для создания сценариев энергетики и выбросов, которые легли в основу их «Предполагаемого определяемого на национальном уровне вклада в изменение климата» (INDC): основы исторического Парижского климатического соглашения, призванного продемонстрировать намерение стран начать декарбонизацию своей экономики и инвестировать в устойчивость к изменению климата.

LEAP — это интегрированный инструмент моделирования на основе сценариев, который можно использовать для отслеживания энергопотребления, производства и добычи ресурсов во всех секторах экономики. Его можно использовать для учета источников и поглотителей выбросов парниковых газов (ПГ) как в энергетическом, так и в неэнергетическом секторе. Помимо отслеживания выбросов ПГ, LEAP также может использоваться для анализа выбросов местных и региональных загрязнителей воздуха, а также короткоживущих климатических загрязнителей (SLCP), что делает его хорошо подходящим для изучения сопутствующих климатических выгод от местного сокращения загрязнения воздуха (Рис. 2).

 Рисунок 2. Структура вычислений LEAP

DDPP — это совместная инициатива, целью которой является продемонстрировать физически и экономически, как страны могут преобразовать свои энергетические системы для обеспечения глубокой декарбонизации в соответствии с национальными приоритетами развития. Этот переход представлен путями глубокой декарбонизации (DDM) отдельных стран. Ключевым преимуществом подхода является то, что страновые DDP готовятся внутристрановыми группами, обладающими местными знаниями, независимыми от правительства, с тщательным учетом национального политического, экономического, технологического и географического контекста. Пути также реализуют виды действий, необходимые сейчас и в будущем до 2050 года, с использованием надежных, заслуживающих доверия и прозрачных подходов к моделированию. При этом они также могут стать катализатором дебатов среди заинтересованных сторон о технических путях и политике их достижения. Однако разработать и внедрить подходы во всех секторах экономики в долгосрочной перспективе систематическим и оправданным образом — нетривиальная задача.

**8. План реализации проекта**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование задач, мероприятий по реализации задач проекта | Длитель-ность (вмесяцах) | Начало и окончание выпол-нения работ\* (дд/мм/гг.) | Годы реализации проекта, ожидаемые результаты реализации проекта (в разрезе задач и мероприятий) |
| 2024 | 2025 | 2026 |
| 1.1 | WP1. Формирование и Анализ топливно-энергетического баланса.  | 10 | 01.03.2024-31.12.2025 | Сбор фактических данных по производству и потреблению топливно-энергетических ресурсов. |  |  |
| 1.2 | Аналитика данных, построение прогнозных моделей, корреляционный анализ, сопоставление показателей с другими странами, графики зависимостей, архитектура репозитории. | 12 | 03.01.2025-31.12.2025 |  | Аналитика, прогнозные модели, корреляционный анализ, графики зависимостей, архитектура репозитории. |  |
| 1.3 | Содействие национальному бюро статистики в улучшении методологии сбора данных топливно-энергетического баланса Казахстана | 12 | 03.01.2026-31.12.2026 |  |  | Изучение путей улучшения методологии сбора данных топливно-энергетического баланса Казахстана. Подготовка статьи. |
| 2.1 | WP2. Разработка среднесрочной и долгосрочной модели KZLEAP | 6 | 01.07.2024-31.12.2024 | Разработка начальной версии среднесрочной и долгосрочной модели KZLEAP |  |  |
| 2.2 | Участие в семинарах, доклад на конференциях, улучшение научных методов | 12 | 03.01.2025-31.12.2025 |  | Аналитика, улучшение научных методов анализа. Доработка модели KZLEAP. |  |
| 2.3 | Количественное изучение сценариев среднесрочных и долгосрочных путей декарбонизации в KZLEAP | 12 | 03.01.2026-31.12.2026 |  |  | Количественное изучение сценариев среднесрочных и долгосрочных путей декарбонизации в KZLEAP с вовлечением госструктур в научные исследования. Подготовка статьи. |
| 3.1 | WP 3: Моделирование сценариев развития, количественная и качественная аналитика. | 6 | 01.07.2025-31.12.2025 |  | Разработка алгоритма моделирования оптимальных сценариев декарбонизации |  |
| 3.2 | Получение результатов сценарных моделей долгосрочной KZLEAP | 12 | 03.01.2026-31.12.2026 |  |  | Построение сценарных анализов с помощью модели LEAP для энергетического планирования и оценки смягчения последствий изменения климата.  |
| 3.3 | Анализ инструментов ценообразования на выбросы углерода для региона Центральной Азии. | 12 | 03.01.2026-31.12.2026 |  |  | Анализ инструментов ценообразования на выбросы углерода для региона Центральной Азии. Подготовка статьи. |

**9. Ожидаемые результаты**

**В результате реализации проекта** будет проведен анализ наиболее оптимальных сценариев низкоуглеродного развития страны и возможность развития торговых инструментов ценообразования на углерод в регионе. Ожидается разработка новой модели оптимизации казахстанского рынка для комплексного энергетического планирования и оценки смягчения последствий изменения климата на основе LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning). LEAP это интегрированный инструмент моделирования, который можно использовать для отслеживания энергопотребления, производства и добычи ресурсов во всех секторах экономики в течение среднесрочных и долгосрочных прогнозных периодов. Его можно использовать для учета источников и поглотителей выбросов парниковых газов как в энергетическом, так и в неэнергетическом секторе, а также выбросов местных и региональных загрязнителей воздуха. Проект предполагает решение актуальных задач социально-экологического и научно-технического развития Республики Казахстан.

В Таблице 3 показаны ожидаемые результаты для целей данного исследования на основе запланированных рукописей:

|  |  |
| --- | --- |
| **Задачи (WP- work packages)** | **Ожидаемые результаты** |
| **WP1.** **Анализ топливно-энергетического баланса**.  | Аналитика данных, построение прогнозных моделей, корреляционный анализ, сопоставление показателей с другими странами, графики зависимостей, архитектура репозитории. Собраны данные (датасеты в ежемесячном и сезонном разрешении) входящие в топливно-энергетический баланс и сбор данных о выбросах. Обработка данных в программной среде SQL, Python, MS Excel, Wolfram Mathematica.  |
| **WP2.** **Разработка KZLEAP модели.** | Симуляция и моделирование различных сценариев Разработка и создание открытой, прозрачной и интегрированной платформы моделирования для оценки путей низкоуглеродного перехода энергетической системы Казахстана в LEAP. Подготовка кадров в области моделирования в LEAP и формирование человеческого капитала экспертов. Повышение квалификации научных сотрудников в улучшении модели KZLEAP (участие в семинарах, доклад на конференциях, улучшение научных методов, обучение магистрантов). Количественное изучение сценариев среднесрочных и долгосрочных путей декарбонизации. Повышение квалификации сотрудников госорганов использованию модели KZLEAP и вовлечение их в научные исследования. |
| **WP 3: Моделирование сценариев развития, количественная и качественная аналитика.** | Построение сценарных анализов с помощью модели LEAP для энергетического планирования и оценки смягчения последствий изменения климата. Исследование потенциала Центральной Азии в развитии инструментов ценообразования для углеродного рынка для ускоренной региональной декарбонизации и реализации преимуществ устойчивого энергетического сотрудничества в регионе.  |
| - за весь период реализации проекта не менее 2 (двух) статей или обзоров в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в SCIE Web of Science Q1-Q3 по импакт-фактору или c процентилем по CiteScore в Scopus не менее 65 (шестидесяти пяти); а также не менее 1 (одной) статьи в рецензируемом зарубежном или отечественном издании, рекомендованном КОКНВО. |

Таблица 3. Задачи с ожидаемыми результатами

Как указано в Таблице 3, каждый WP (рабочий пакет) требует публикации статьи. По итогам исследования от группы проекта будут предоставлены предложения и рекомендации по продолжению и дальнейшей реализации стратегии декарбонизации и низкоуглеродного перехода Казахстана.

Основным результатом данного исследования является модель LEAP Казахстана с данными географического размещения, времени постройки и объема инвестиции с учетом потенциала возобновляемой энергии в данном регионе и спроса на энергию. Разработанный инструмент может быть также использован для других экологических стратегий.

Данное исследование важно не только для казахстанского сообщества, но и мирового научного сообщества, так как представляет LEAP Казахстана и учитывает связь c ЦА, вводом возобновляемых источников энергии.

Будет создана веб-страница на сайте AITU astanait.edu.kz в котором будут указана полная информация о проекте: актуальность, цель, ожидаемые и достигнутые результаты, имена и фамилии членов исследовательской группы, информация о публикациях в журналах.

Проект нацелен на содействие лицам, принимающим решения в принятии обоснованных решений и успешном осуществлении Правительственных Стратегий. Помимо государственных органов, результаты исследования будут полезны компаниям, осуществляющим консалтинг потенциальным инвесторам.

Результаты проекта будут распространяться на национальных и международных конференциях. Один семинар будет организована для распространения результатов проекта с приглашением заинтересованных сторон, включая ключевых лиц, принимающих решения, академических учреждений, неправительственных организаций и средств массовой информации.

Результаты исследований будет распространена среди других исследователей в Казахстан через семинары и научные отчеты;

по меньшей мере будет подготовлены 2 магистерских диссертации с темами, связанных с исследовательским направления проекта.