

СЕКТОР ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ УЗБЕКИСТАНА С НЕЙТРАЛЬНЫМ УРОВНЕМ ЭМИССИИ УГЛЕРОДА

Краткая справка для руководителей и лиц принимающих решения

«Дорожная карта» перехода к низкоуглеродной энергетике для сектора электроэнергетики Узбекистана

Электроэнергетический сектор Узбекистана нуждается в фундаментальном переходе с угля и газа на более экологически чистые источники энергии для удовлетворения растущего спроса на энергию в соответствии с прогнозируемым ростом ВВП и численности населения, а также для достижения целевых показателей по сокращению выбросов Парниковые Газы (ПГ) в стране в рамках Парижского соглашения. Диверсификация источников производства электроэнергии будет иметь решающее значение для обеспечения устойчивости энергосистемы, которая наилучшим образом достигается путем увеличения доли возобновляемых источников энергии, расширения региональной торговли электроэнергией и содействия повышению энергоэффективности.

Разработанная при поддержке Европейского банка реконструкции и развития (ЕБРР) и финансировании Японии «Дорожная карта» направлена на оказание содействия Правительству Узбекистана в определении приоритетов развития возобновляемых и низкоуглеродных технологий и приведении развития электроэнергетического сектора в соответствие с обязательствами по Парижскому соглашению. Более того, в дорожной карте очерчиваются действия, которые необходимо предпринять ответственным заинтересованным сторонам для обеспечения низкоуглеродного будущего в секторе электроэнергетики Узбекистана.

Важно, что дорожная карта демонстрирует, что в Узбекистане технически и экономически возможно достичь ранней коррекции выбросов ПГ в электроэнергетике и достичь углеродного нейтралитета к 2050 году. Декарбонизация электроэнергетического сектора не только будет способствовать достижению национальных целевых показателей по выбросам в соответствии с Национальными обязательствами Узбекистана (НОО), но и приведёт инвестиционные потребности Узбекистана в соответствие с политикой зеленого кредитования международных финансовых институтов (МФИ), а также многосторонних и двусторонних провайдеров финансирования развития и климатических программ.

Дорожная карта основывается на обширном анализе, который отражает различные существующие действия правительства в данной области, включая энергетическую политику правительства Узбекистана и прогнозы роста, а также модельные допущения, проверенные соответствующими ключевыми заинтересованными сторонами. Анализ учитывает стратегию энергетического сектора до 2030 года и заложенные в ней топливные ограничения. В дорожной карте

представлена комплексная оценка энергетического сектора Узбекистана, включая оценку потребности в инвестициях. В ней описываются физические и эксплуатационные ограничения, требующие изменений, и, что более важно, пробелы в законодательной, нормативной и институциональной базе, которые препятствуют крупномасштабным инвестициям в декарбонизацию электроэнергетического сектора Узбекистана.

В дорожной карте принят целостный подход к планированию производства электроэнергии, который является «ценностно-ориентированным», это означает, что в ней устанавливаются цели по ключевым показателям эффективности, чтобы направлять решения по оптимальному сочетанию новых генерирующих мощностей и выбытия старых активов, для минимизации чистой приведенной стоимости (ЧПС) от общих затрат системы на долгосрочном горизонте планирования (2021-2050 гг.). Для достижения ранней коррекции и достижения нулевого уровня выбросов углерода к 2050 году при различных сценариях роста спроса, в результатах моделирования¹ показываются:

- i) ***технические соображения и факторы, препятствующие созданию энергосистемы с нулевым выбросом углерода, а также необходимые изменения в инфраструктуре (производство и транспортировка),***
- ii) ***оценка инвестиций, необходимых для полного прекращения выбросов CO₂ к 2050 году, и***
- iii) ***стимулы, которые должны быть предложены для достижения новых целей политики, и подробная информация о роли ценообразования в отношении выбросов углекислого газа.***

Добавление ЕБРР

ЕБРР привержен продолжению своего успешного сотрудничества с правительством Узбекистана и соответствующими заинтересованными сторонами в государственном и частном секторах в разработке нормативных, политических, рыночных и инвестиционных условий для создания возможности осуществления дорожной карты.

План действий по обеспечению углеродной нейтральности для электроэнергетического сектора Узбекистана: Пятикомпонентный подход

Дорожная карта по обеспечению углеродной нейтральности представляет собой План действий, построенный вокруг **пяти приоритетных областей**:

1. ***Трансформация инфраструктуры производства электроэнергии на основе продолжающейся реформы и дальнейшее развитие более эффективных и низкоуглеродных мощностей и связанное с этим развитие электросетей.***
2. ***Создание нормативно-правовой базы для повышения проникновения возобновляемых источников энергии, проведение регуляторных и***



¹ В анализе не рассмотрены подробно потребности в инвестициях в передачу и распределение

институциональных реформ, позволяющих и поддерживающих развитие возобновляемых источников энергии в Узбекистане.

3. **Реформа субсидий и механизм установления цен на углерод**, создающие равные условия путем прекращения регулирования и создания институциональных преференций для углеродоемких источников, и в конечном счете, механизм установления цен на выбросы углерода.
4. **Кампании по повышению осведомленности в целях мобилизации общественной поддержки**, обеспечения социальной приемлемости и устойчивости вносимых изменений.
5. **Охрана окружающей среды** как с точки зрения смягчения последствий изменения климата и повышения устойчивости к ним, так и с точки зрения уменьшения других негативных экологических последствий.

План действий определяет для каждого приоритетного действия соответствующие заинтересованные стороны, которые будут применять дорожной картой и/или поддерживать ее реализацию.

Таблица 1 Краткое резюме Плана действий

Приоритет	Заинтересованные стороны ²	1–2 г	3–5 г	5 г+
1. Трансформация инфраструктуры генерации электроэнергии	МЭ			
2. Нормативная база для обеспечения проникновения возобновляемых источников энергии	МЭ, ГКЭООС, РРЭ, МФ, МИФТ			
3. Реформа субсидий и механизм ценообразования на углерод	МЭ, ГКЭООС, МФ, МИФТ, МЭРСБ			
4. Кампании по мобилизации общественной поддержки	МЭ, ГКЭООС, МЭРСБ			
5. Защита окружающей среды	МЭ, ГКЭООС, МИФТ			

Приоритет 1: Трансформация инфраструктуры генерации электроэнергии

Первым приоритетом является продолжение проводимой реформы и развитие более эффективных и низкоуглеродных генерирующих мощностей, а также сети, что позволит в будущем интегрировать большую долю возобновляемых источников энергии. Это включает в себя продолжение перехода к более

² Сокращения: Регулятор рынка электроэнергии (РРЭ), Государственный комитет по экологии и охране окружающей среды (ГКЭООС), Министерство энергетики (МЭ), Министерство экономического развития и сокращения бедности (МЭРСБ), Министерство инвестиций и внешней торговли (МИФТ), Министерство финансов (МФ).

эффективной выработке тепловой энергии, как это предусмотрено в последней Концепции Министерства энергетики на 2020-2030 годы. В частности, важное значение имеют мощности, работающие на природном газе, поскольку они заменяют более углеродоемкие генерирующие активы, в то время как масштабы применения возобновляемых источников энергии увеличиваются, и в последующие годы будут оставаться актуальными для балансировки системы в случае, если не будут введены достаточные мощности по секвестрации газа темпами, соответствующими темпам внедрения перемежающихся возобновляемых источников энергии. Кроме того, существует роль в обеспечении взаимосвязанности сетей с другими странами региона в целях диверсификации нестабильности возобновляемых источников энергии и повышения абсорбционной способности систем.

Внедрение ветровых и солнечных электростанций в электроэнергетическую систему и способность системы интегрировать эти источники **должны тщательно контролироваться в соответствии с настоящей Концепцией и учитываться при проектировании будущих разработок в области электросетей**. Параллельные программы развития систем улавливания и хранения углерода, управления спросом и энергоэффективности позволят системе справляться с задачами гибкости. Потребуется регулярное проведение исследований по планированию нового поколения, с наилучшим использованием новых данных, собранных в ходе эксплуатации установленных фотоэлектрических и ветровых электростанций, а также исследований по доступности ресурсов и погодной статистики. Появляются новые программные средства, поддерживающие оптимизацию всей системы.

Приоритет 2: Создание нормативно-правовой базы для повышения проникновения возобновляемых источников энергии

Второй приоритет - это **регуляторные и институциональные реформы, позволяющие и поддерживающие развитие возобновляемых источников энергии в Узбекистане**, делающие как государственные, так и частные инвестиции в возобновляемую энергетику привлекательными для отечественных и международных инвесторов, и косвенно стимулирующие развитие индустрии производства возобновляемой энергии.

Для стимулирования инвестиций в возобновляемые источники энергии необходима **дальнейшая финансовая поддержка возобновляемых источников энергии** в целях обеспечения финансовой жизнеспособности низкоуглеродных установок в отсутствие достаточного сигнала о цене на углерод. Необходимо разработать прозрачный, амбициозный и долгосрочный план размещения на аукционах мощностей по производству энергии из возобновляемых источников. Финансовые гарантии, предоставляемые инвесторам в установки возобновляемым источникам энергии, должны быть защищены на основе обязательств по обеспечению стабильности, которые могут быть принудительно исполнены до арбитражного разбирательства.

В настоящее время в энергетическом секторе Узбекистана доминируют ГП. Поэтому важно, чтобы **законодательная база управления ГП была обновлена, чтобы отразить ключевые КПЭ по осуществлению декарбонизации энергетического сектора, одновременно облегчая вход участников частного сектора по одной и той же траектории декарбонизации.** Активы, связанные с ископаемым топливом, должны быть отделены от активов с низким уровнем выбросов углерода, чтобы избежать перекрестного субсидирования и потенциального конфликта интересов в компаниях.

Приоритет 3: Рыночная реформа и механизм установления цен на углерод

Существуют важные правовые, нормативные и институциональные препятствия, которые необходимо устранить, чтобы Узбекистан успешно осуществил переход к низкоуглеродной электроэнергетике. **Для содействия выравниванию правила для всех участников необходимо отказаться от регулятивных и институциональных преференций в пользу углеродоемких источников.** Это начинается с постепенного отказа от субсидий в энергетике, что следует заменить тарифами отражающими затраты, и предоставление субсидий уязвимым потребителям. В частности, субсидии в нефтяной и газовой секторы следует устранить как можно скорее. Следует ввести теневые цены на углерод для новых инвестиционных предложений. В конечном итоге следует также ввести механизм ценообразования на выбросы углерода, потенциально вместе с нормами выбросов углерода и обязательным закрытием наиболее устаревших установок, с тем чтобы облегчить вывод из эксплуатации углеродоемких установок.

Ценообразование на углерод вряд ли направит правильные сигналы операторам электростанций, работающих на ископаемом топливе в отсутствие рыночных реформ регулирования тарифов на электроэнергию, административного диспетчерского управления, централизованного инвестиционного регулирования и разукрупнения. Подобным образом, рынок ископаемого топлива, особенно газа, следует либерализовать, чтобы на рынке действовала реальная цена данных товаров, как только они будут освобождены от субсидий. Это текущие инициативы, но пройдет время, прежде чем их воздействие материализуется. Проводимая реформа электроэнергетического рынка, в том числе разработка нового закона об электроэнергетике, предоставляет уникальную возможность интегрировать в правовую и регулятивную архитектуру недостающее измерение устойчивости.

Одним из приоритетов политики в этой области является создание хорошо функционирующего рынка электроэнергии, в том числе вспомогательных услуг, в сочетании с постепенным прекращением субсидирования ископаемых видов топлива по всей цепочке поставок. Долгосрочная политика в сочетании с эффективными рынками обеспечивает стабильность, необходимую инвесторам частного сектора для входа в сектор и расширения своего присутствия в нем, особенно для жизненно важного роста сегмента возобновляемых источников энергии.

Приоритет 4: Кампании по повышению осведомленности в целях мобилизации общественной поддержки

Важнейшим аспектом реализации инициатив по декарбонизации является развитие общественной поддержки, которая включает в себя **меры, связанные с коммуникацией и консультациями с общественностью и ключевыми заинтересованными сторонами**. Меры по защите уязвимых потребителей (например, путем компенсации роста цен, субсидирования энергоэффективности или установок, использующих возобновляемые источники энергии в жилых зданиях, обеспечения прозрачности счетов за электричество и утилизация углеродных доходов) также будут способствовать социальной приемлемости и устойчивости изменений, необходимых в энергетическом секторе.

Приоритет 5: Охрана окружающей среды

Важно **отслеживать воздействие новых проектов на биоразнообразие и охраняемые экологически уязвимые территории, а также продолжать совершенствовать экологическое законодательство в целом**. Интеграция потенциальных рисков, связанных с физическими последствиями изменения климата, в процессы стратегического планирования становится передовой практикой в международном финансовом сообществе и станет обязательной в среднесрочной перспективе, например, путем внедрения теневой цены на углерод для инвестиционного планирования. Оценка климатических рисков и раскрытие информации в соответствии с рекомендациями Целевой группы по раскрытию финансовой информации, связанной с изменением климата (ЦГОКФ), будут играть все более важную роль в понимании воздействия изменения климата на активы, генерирующие электроэнергию.

Вставка 1 - Обзор энергетического сектора Узбекистана: Узбекистан - крупный производитель электроэнергии в Центральной Азии с сильными характеристиками возобновляемых источников энергии

Узбекистан является крупнейшим производителем электроэнергии в Центральной Азии, с общей установленной мощностью более 12 ГВт, генерирующей более 61 ТВтч в год, или ~ 2 МВтч на душу населения. Инфраструктура производства электроэнергии стареет и неэффективна, и почти исключительно на основе природного газа. Гидроэнергетика составляет небольшой процент от общей выработки электроэнергии, при этом на другие возобновляемые источники приходится менее 0,1% потребления.

Узбекистан управляет значительной частью установленной мощности объединенной энергосистемы Центральной Азии и имеет хорошо развитый электроэнергетический сектор, охватывающий почти 100% населения. Страна может удовлетворять свои энергетические потребности за счет собственных первичных энергоресурсов, где большую часть электроэнергии обеспечивают две компании - Тепловые электростанции и Гидроэнергетическая компания Узбекистана. Национальные электрические сети Узбекистана и Региональные электрические сети отвечают за передачу и распределение электроэнергии. Также, у Узбекистана есть трансграничные линии передачи с Афганистаном, Казахстаном, Киргизской Республикой, Таджикистаном и Туркменистаном. Это предоставляет возможности для регионального соединения энергосистем и общую взаимосвязь в ускорении декарбонизации региона.

Спрос на электроэнергию растет, и система испытывает частые дефициты. Узбекистан планирует укрепить институциональную и правовую базу страны для продвижения инвестиций в возобновляемую энергетику и энергоэффективность, в соответствии с долгосрочными целями устойчивого развития. Первые солнечные фотоэлектрические установки промышленного масштаба могут быть введены в эксплуатацию в 2021 году, при этом полный потенциал солнечной энергии еще не задействован. Страна также находится в процессе оценки потенциала ветроэнергетики. Первый тендер на солнечную энергию был успешно присужден в 2019 году, и в настоящее время проводятся торги по проектам солнечной и ветровой энергии мощностью 700 МВт.

Кроме того, был принят ряд политических мер, которые будут способствовать переходу Узбекистана к низкоуглеродной энергетике. Это включает в себя принятие закона «Об использовании возобновляемых источников энергии» в 2019 году, а также одновременное принятие Национальной стратегии "зеленой" экономики на период до 2030 года.

Несмотря на то, что эти события являются позитивными сигналами относительно траектории развития возобновляемых источников энергии в Узбекистане, пробелы в существующей нормативно-правовой базе будут служить препятствием для принятия Узбекистаном достаточно амбициозной, всеобъемлющей и долгосрочной стратегии по декарбонизации энергетического сектора страны. Более амбициозная цель НОО возможна за пределами существующей цели по снижению выбросов на 10% по сравнению с уровнем 2010 года.

В настоящее время доминирующим возобновляемым источником в электроэнергетической системе Узбекистана является гидроэнергетика, обеспечивающая 1,85 ГВт, или 14,3% от установленной мощности. Министерство энергетики планирует увеличить этот показатель до 3,8 ГВт к 2030 году. Исследования, в том числе Генеральный план АБР по энергетическому сектору³, рассмотрели все возобновляемые источники энергии, в частности солнечную энергию, которая также может быть использована для производства тепла.

Потенциал ветроэнергетики оценивается в диапазоне от 520 до 1000 ГВт, солнечной энергии - до 3000 ГВт, что значительно превышает прогнозируемый спрос на электроэнергию к 2050 году и необходимость полной декарбонизации сектора. Другие источники ВИЭ, такие как геотермальные воды с низкой энтальпией, могут обеспечить до 1 ГВт мощности, что значительно меньше потенциала биомассы, оцениваемого в диапазоне 15-17 ГВт (в основном для сельскохозяйственного и бытового использования). Могут также применяться новые технологии, такие как сохранение в аккумуляторах и улавливание и хранение углерода, а также водород в пределах ограниченной возможности использования воды.

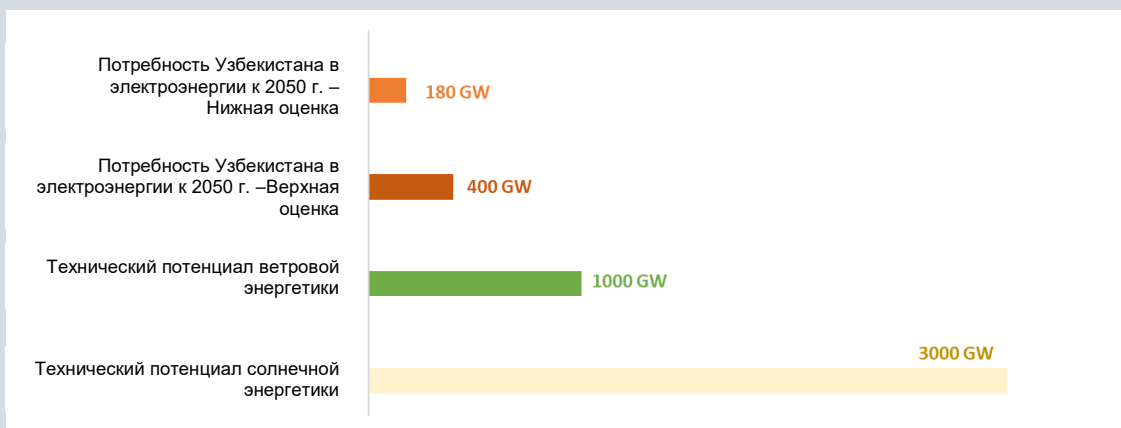


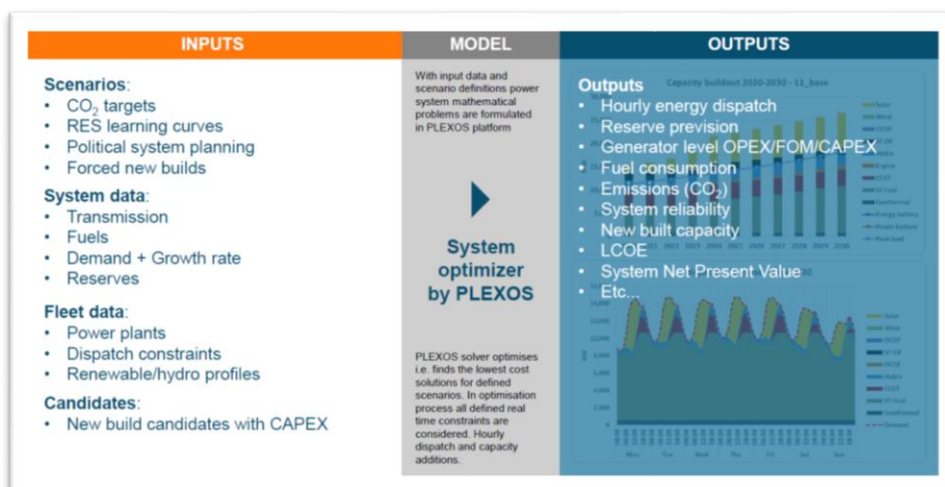
Рис. 1: Оценки технически достижимого возобновляемого потенциала в сравнении с ожидаемым спросом (2050 г.)

Подход моделирования: Комбинация сценариев, расширяющих действие Концепции правительства Узбекистана до 2050 года с акцентом на углеродную нейтральность.

Ведущее в отрасли программное обеспечение для моделирования стоимости генерации «Plexos» (LT-Plan) использовалось для моделирования плана по расширению мощностей генерации с наименьшими затратами.

³ Uzbekistan Power Sector Master Plan, Volumes 1 to 3, Mott MacDonald & Corporate Solutions 2019.

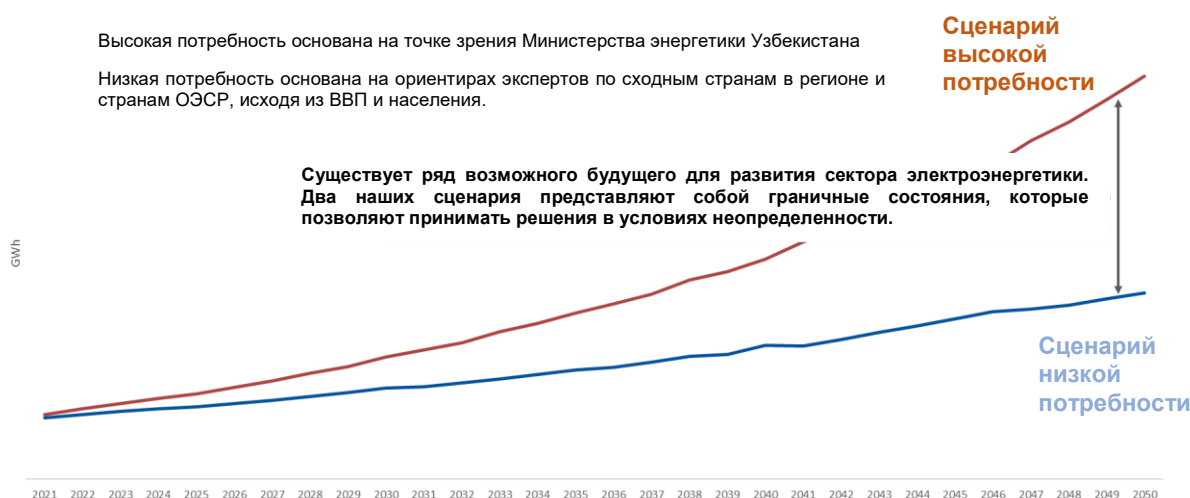
Рис. 2 – Описание верхнего уровня приложения PLEXOS



(Перевод на с. 20 (дополнительной) – прим. переводчика)

В моделировании используется существующая энергетическая инфраструктура и предлагаемый комплекс мер политики, включая Концепцию безопасности электроснабжения на 2020-2030 годы (Концепция 2020-2030 гг.)⁴, опубликованную правительством Узбекистана. В частности, для моделирования электроэнергетического сектора на период 2020-2030 гг. были использованы генерирующие и вывода из строя планы Концепции 2020-2030 гг. Начиная с 2030 года, число возможных технологий были расширено, чтобы дать модели свободу выбора наиболее дешевой технологии с учетом дополнительных ограничений, таких как выбросы и/или ограниченное использование топлива. Отдельный раздел в дорожной карте посвящен прогнозу пикового спроса на электроэнергию.

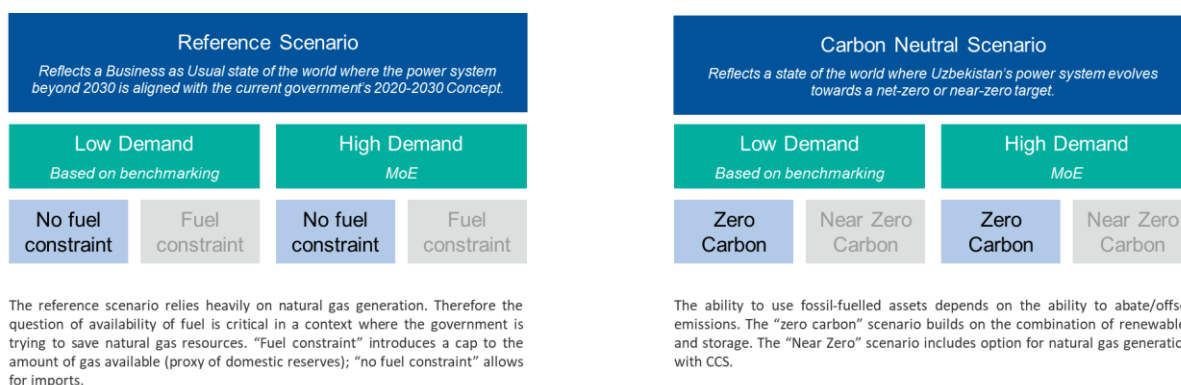
Рис. 3 – Два сценария потребности в электроэнергии, рассмотренные в исследовании



⁴ КОНЦЕПЦИЯ обеспечения Республики Узбекистан электрической энергией на 2020-2030 годы. (Концепция 2020–2030), Министерство энергетики, 2020.

Для выработки рекомендованного сценария «Дорожной карты» была разработана «матрица сценариев», в которой каждый случай представляет собой сочетание профиля спроса и топливной политики, к которым был добавлен еще один аспект с постепенным исключением углеродных технологий. Неудовлетворенный спрос на энергию рассматривается как альтернативная стоимость, представляющая собой отрицательное экономическое воздействие на предприятия и население, не обеспеченное необходимой электроэнергией. **Всего в исследовании было рассмотрено 13 случаев**, пять из которых были подробно смоделированы (см. рисунок 4 ниже). Первоначальное увеличение Полная нормированная приведённая стоимость электроэнергии (НСЭЭ) до 2025 года во всех случаях является существенным и связано с модернизацией или заменой электростанций, т.е. с инвестициями в новые газовые электростанции.

Рис. 4 – Выбор сценариев, разработанных для исследования



(Перевод на с. 21 (дополнительной) – прим. переводчика)

Модель принимает решения в порядке диспетчеризации мощности, основываясь на кратковременных предельных затратах (КПЗ), при этом моделирование, показывающее, что прогнозируемый профиль диспетчеризации на типичный зимний день в 2050 году, осуществим. Учитывая их зрелость и проникновение на рынок, в имитационной модели рассматриваются только аккумуляторные батареи и УХУ (Улавливание и хранение углерода). Водород лучше всего подходит для сезонного хранения и, хотя и рассматривался в анализе, не был включен в окончательные смоделированные сценарии, так как смоделированная энергосистема не проявляла особой сезонный разрыв в покрытии.

Различные случаи оценивались по пяти ключевым принципам: i) Энергетическая безопасность, ii) Адекватность, iii) Доступность, iv) Экономическое и социальное развитие и v) Минимальное воздействие на окружающую среду с использованием нескольких ключевых показателей эффективности (КПЭ).

«Дорожной карты» задан как центральный сценарий с низким / умеренным спросом, который превосходит другие варианты по всем КПЭ. В «Дорожной карте» достигается 100-процентное сокращение выбросов CO₂ при ограниченном влиянии на нормированную стоимость электроэнергии (НСЭЭ), низкой потребности в инвестициях и отсутствии непоставленной энергии.

С точки зрения ограничений исследование не включало в себя географическое моделирование сети, которое могло бы не учитывать влияние региональных расстояний между спросом и предложением, а также возможное воздействие региональных взаимосвязей с соседними странами-экспортерами и/или импортерами. Этот уровень детализации должен быть дополнительно включен в последующую разработку дорожной карты.

Техническая дорожная карта: Углеродно-нейтральный сектор электроэнергетики в Узбекистане достижим к 2050 году, с важной ролью возобновляемых источников энергии и природного газа в ближайшие 20 лет

Узбекистан богат возобновляемыми ресурсами, которых достаточно для удовлетворения энергетических потребностей страны к 2050 году. Однако существует ряд технологических, эксплуатационных и физических ограничений для внедрения крупных мощностей возобновляемых источников энергии в существующую энергосистему Узбекистана.

Для обеспечения растущего потребления возобновляемой энергии в дорожной карте предлагается поэтапное наращивание новых генерирующих активов до 2050 года. Техническая дорожная карта разворачивается в три этапа с течением времени: от модернизации газовых электростанций (стадия экономии топлива), перехода к низкоуглеродной (стадия балансировки) и, наконец, к стадии чистого нулевого углерода (см. рис. 5).

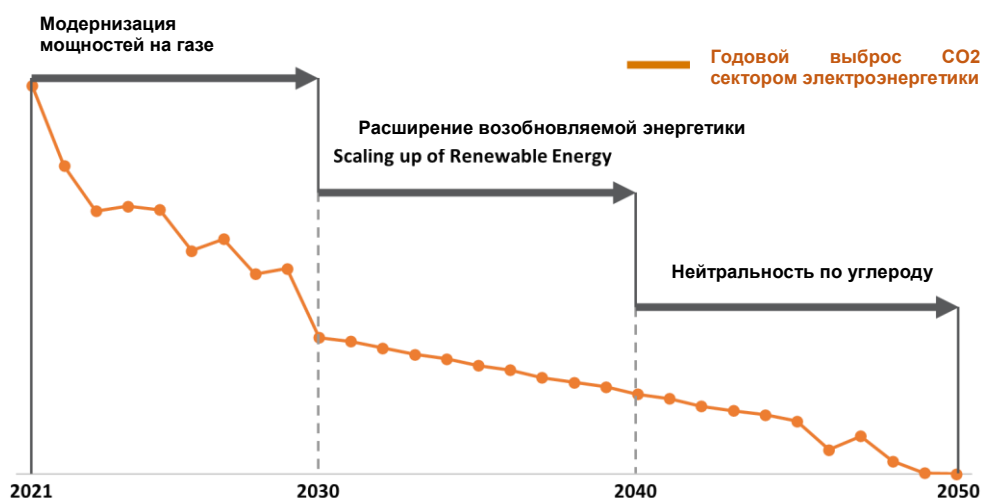


Рис. 5: Эволюция выбросов CO₂ в три этапа дорожной карты с 2021 по 2050

1. **Этап модернизация газового энергетического комплекса (2020 - 2030 гг.).** Этот этап характеризуется внедрением в систему переменчивых возобновляемых (солнечных и ветровых) ресурсов и увеличением использования гидроэнергетического потенциала страны. Возобновляемые источники энергии позволят снизить потребление газа и угля, сэкономят 54 млрд. м³ в период 2020-2030 гг. Их интеграция все еще может управляться за счет гибкости, предоставляемой газовыми электростанциями, однако к концу десятилетия может возникнуть необходимость в некоторых более крупных хранилищах, таких как

перекачиваемая гидроаккумулирующая гидростанция (200 МВт). Параллельно неэффективные традиционные газовые электростанции заменяются более эффективными газовыми электростанциями, удовлетворяющими растущий спрос. Строительство новых газовых электростанций может быть в основном завершено к середине десятилетия. Это важный шаг модернизации, который дополняет ранний рост предложения от возобновляемых электростанций, так как замена старых и менее эффективных активов позволяет экономить значительные объемы выбросов ПГ (т.е. ранняя коррекция) при переходе сектора на углеродную нейтральность. Если высокоэффективные газовые активы не будут введены в ближайшие несколько лет, энергетический сектор, скорее всего, добьется углеродной нейтральности в более поздние сроки с общим увеличением выбросов углерода.

2. **Переход к низкоуглеродному этапу (конец 2020-х - 2040-е гг.).** Установленная суммарная переменная мощность 22 ГВт⁵ требует установки более крупных электронакопителей при сохранении современных газовых электростанций. Поскольку эти газовые электростанции все чаще будут использоваться только в качестве балансирующих, они станут менее эффективными. После 2030 года новых газовых электростанций построено не будет. Ускорение внедрения возобновляемых источников энергии сопровождается установкой более крупных хранилищ электроэнергии (15 ГВт, обеспечивающих 1,3 ТВт-ч в г.⁶), что поможет сбалансировать систему.
3. **Чистый нулевой углеродный этап (2040- 2050 гг.).** Для достижения нулевого уровня выбросов углекислого газа система требует значительных ветровых и солнечных мощностей⁷, а также значительного запаса электроэнергии (39 ГВт, обеспечивающих более 44 ТВт-ч в г.⁸), который будет выдавать большие объемы накопленной электроэнергии в периоды низкой ветровой и солнечной доступности. К 2050 году все газовые электростанции выводятся из эксплуатации (при этом некоторые из них хранятся в резерве) в конце (или близком к концу) технологического срока службы, в качестве альтернативы некоторые газовые электростанции могут быть перепрофилированы на декарбонизированные виды топлива, такие как водород. Система работает на солнечных, ветровых, атомных и гидроэлектростанциях, а также на декарбонизированном топливе. Моделирование не вошло в детали предпочтительных решений по хранению (накоплению) электроэнергии. Это связано с тем, что по мере развития рынка и технологий решения по хранению могут принимать форму батарей (например: размещенных вместе с электростанциями, в пределах передающей инфраструктуры или вблизи/на точках потребления), других статических систем или энергоносителей, таких как водород.

На приведенной ниже диаграмме иллюстрируется эволюция установленной мощности и генерация электроэнергетической системы Узбекистана до 2050 г.:

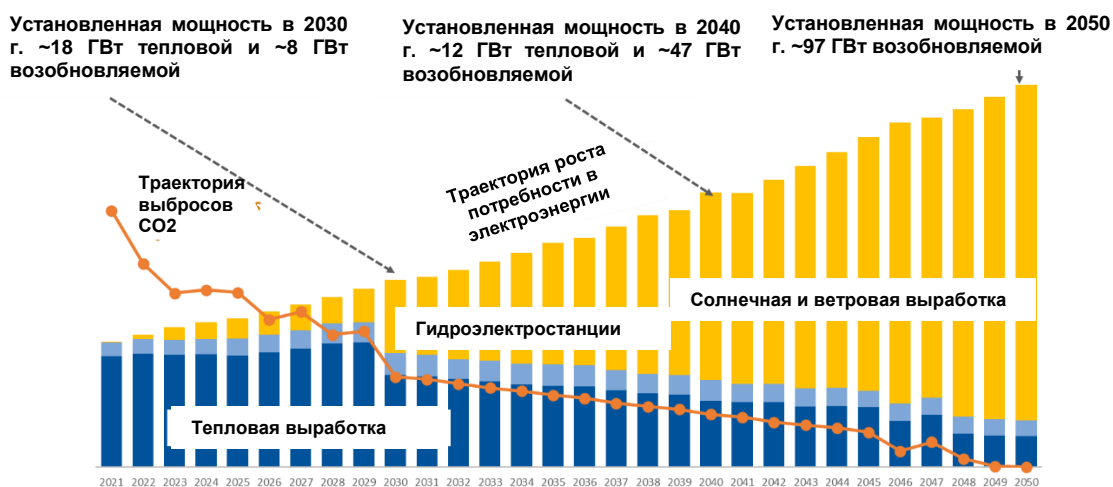
⁵ Величина для случая умеренной потребности. Для случая высокой потребности: 50 ГВт

⁶ Величина для случая умеренной потребности. Для случая высокой потребности: 35 ГВт/38000 ГВтч

⁷ Величина для случая умеренной потребности. Для случая высокой потребности: 150 Гвт и 63 ГВт соответственно

⁸ Величина для случая умеренной потребности. Для случая высокой потребности: 45Гвт и 128000 ГВтч

Рис. 6 – Эволюция комбинации выработки электроэнергии и выбросы CO2 по углеродно-нейтральному сценарию



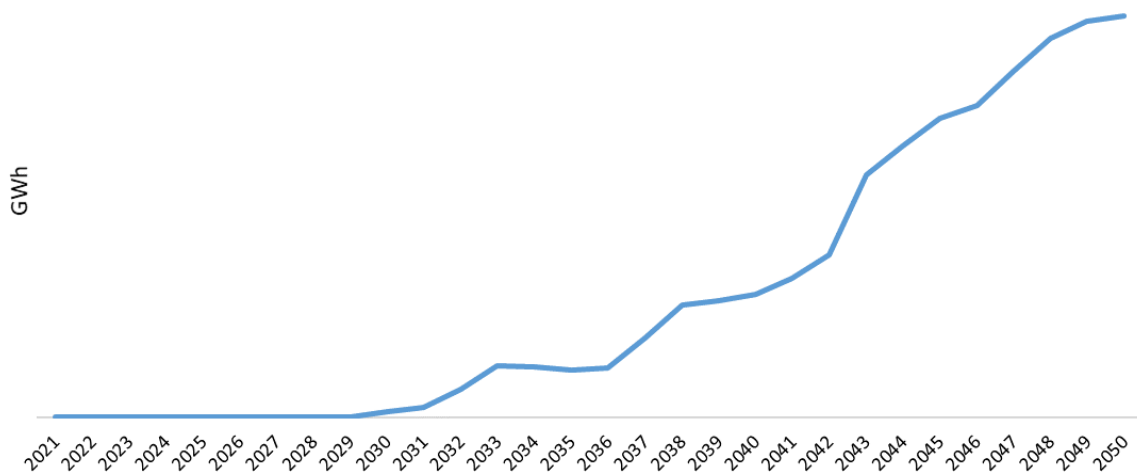
Примечание: мощности тепловых электростанций включают атомную электростанцию, как представлено в концепции Министерства энергетики на 2020-2030.

Аналогичное поэтапное наращивание предлагается и в отношении генерирующей и транспортной инфраструктуры. В дорожной карте рекомендуется с 2030 года прекратить строительство новых газовых электростанций, и система все больше полагается на солнечную и ветровую генерацию для удовлетворения спроса. Это потребует значительного увеличения пропускной способности передающих и распределительных систем, а также строительства дорог и мостов для доступа к удаленным объектам, где можно будет использовать возобновляемые источники энергии.

Высокоэффективные тепловые электростанции, работающие на природном газе, играют важную роль на начальных этапах реализации «Дорожной карты», поскольку они позволяют удовлетворять растущий спрос на электроэнергию при одновременном снижении выбросов углекислого газа до тех пор, пока возобновляемые источники энергии не возьмут на себя в конечном итоге ответственность за их использование. В этом смысле крайне важно свести к минимуму общий «углеродный след» цепочки поставок природного газа, в частности, за счет повышения его энергоэффективности и **сокращения выбросов метана**.

Одним из побочных преимуществ постепенного развертывания мощностей по использованию возобновляемых источников энергии является производство электроэнергии из возобновляемых источников сверх спроса в определенных сезонных условиях. Эта энергия является безвозмездным ресурсом, который может быть сохранен и использован для производства **возобновляемого водорода** в качестве побочного продукта глубокой декарбонизации электроэнергетики. Этот возобновляемый водород может оказать дополнительную поддержку развитию водородной экономики в Узбекистане, что приведет к дальнейшему объединению энергетического сектора страны и региона в целом. В связи с этим, развитие новой газовой инфраструктуры должно быть доказано в будущем для возможной среднесрочной/долгосрочной будущей эксплуатации по декарбонизированным газам, включая водород.

Избыток выработки электроэнергии из возобновляемых источников, пригодной для получения водорода

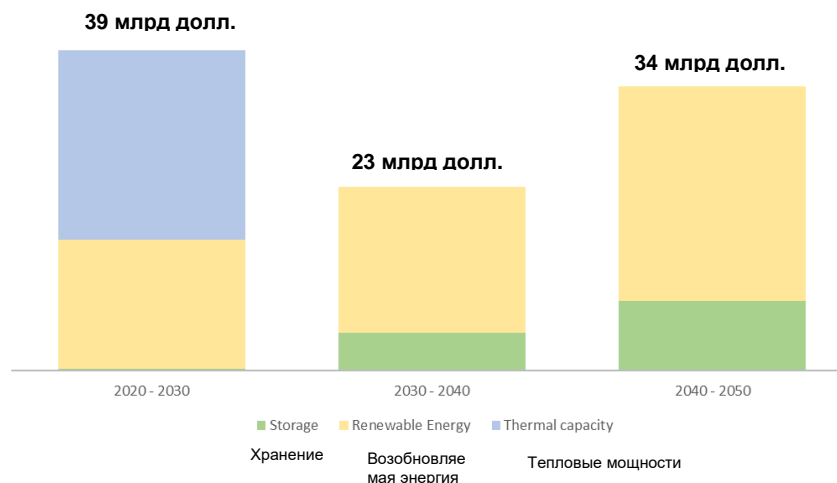


Дорожная карта инвестиций: Чистый нулевой уровень выбросов углерода для электроэнергетического сектора требует наименьших инвестиций среди изученных сценариев

В дорожной карте потребности в капитальных вложениях в генерацию оцениваются примерно в 94 миллиарда долларов США до 2050 года. В идеале эти инвестиции должны быть реализованы в рамках механизмов государственно-частного партнерства (ГЧП) и соглашений о покупке электроэнергии (СДЭ), что позволит направить ресурсы Правительства Узбекистана на улучшение и расширение передающей и распределительной инфраструктуры. **Инвестиции, необходимые в соответствии со сценарием с нулевым уровнем выбросов углерода, меньше, чем в соответствии с другими сценариями, рассмотренными в ходе моделирования.**

На ежегодной основе, прогнозируемые инвестиции в сектор энергетики США составляет 3,65 млрд долларов США в год на период 2020-2030 гг., или 4,8% годового ВВП за это десятилетие, поскольку парк тепловой электроэнергетики подвергается масштабной модернизации. На период 2030-2040 годов инвестиции в среднем составляют 2,28 млрд. долл. США в год, или 1,8% годового ВВП за этот период. В связи с более широким внедрением возобновляемых источников и хранилищ энергии для достижения углеродной нейтральности к 2050 году, средняя потребность в инвестициях на период 2040-2050 годов возрастает до 3,48 млрд. долларов США, но их доля в ВВП низкая на уровне 1,9%, благодаря росту ВВП страны.

Рис. 7 – Доля итоговых инвестиций в разрезе технологий



Правовая, институциональная и регуляторная дорожная карта: Использование текущей амбициозной программы политических реформ

Нынешнее законодательство и регулирование должны постепенно отказаться от косвенных преференций в отношении углеродоемкого производства электроэнергии и институционализировать стимулы для производства низкоуглеродной продукции. Долгосрочная цель должна заключаться в установлении долгосрочных целевых показателей на период после 2030 года, введении системы ценообразования на выбросы углерода для создания равных условий, а также

проведении правовых, регулятивных и институциональных реформ для содействия инвестициям и оперативному прогрессу в достижении вышеуказанных целевых показателей декарбонизации.

В соответствии с дорожной картой существует риск того, что после 2030 года углеродоемкие инвестиции, в частности в уголь, могут оказаться в уцененными активами. Чтобы избежать сопротивления декарбонизации со стороны корыстных интересов в углеродоемких источниках, Узбекистану следует избегать создания новых регулятивных и экономических стимулов для инвесторов в загрязняющие технологии.

Для существующих инвестиций необходимо предпринять шаги по постепенному свертыванию нынешних регулятивных преференций, включая реформирование субсидий на ископаемое топливо, возможно, введение стандартов углеродных характеристик, а также обязательное закрытие наиболее устаревших установок. Эти регулятивные меры необходимы для облегчения вывода из эксплуатации углеродоемких установок.

В отсутствие равных условий между производством электроэнергии из возобновляемых источников энергии и ископаемых видов топлива инвестиции в возобновляемые источники энергии по-прежнему зависят от государственной поддержки. Для институционализации поддержки возобновляемых источников энергии необходимо **внести поправки в Закон о возобновляемых источниках энергии, чтобы облегчить интеграцию возобновляемых источников энергии посредством планирования.** В нем также должен быть признан приоритет доступа к сети электроэнергии, произведенной из возобновляемых источников энергии, и защита инвесторов от ретроактивных изменений схем поддержки. Закон о возобновляемых источниках энергии должен ввести гарантии финансовой устойчивости схемы поддержки и создать равные условия для игроков рынка, чтобы они могли инвестировать и эксплуатировать установки по хранению энергии.

Декарбонизация должна быть включена в нормативно-правовую архитектуру, регуливающую реформу электроэнергетического рынка. Это включает в себя достаточно высокую, стабильную и предсказуемую цену на углерод, чтобы стимулировать инвестиции в декарбонизацию электроснабжения. Правительство должно предоставить нормативные указания по учету капитальных затрат при принятии мер по сокращению выбросов, имеющих право на восстановление за счет регулируемых цен на электроэнергию.

Для повышения предсказуемости и стабильности инвестиционных условий декарбонизации и укрепления целостности реформы электроэнергетического рынка **институциональная реформа должна проводиться на основе принципов эффективности, прозрачности и компетентности.** В Дорожной карте предлагается распределить регулирующие полномочия между различными органами власти, следуя следующим принципам:

- (i) передача регулирующих полномочий в электроэнергетическом секторе независимому Регулятору рынка электроэнергии (РРЭ),
- (ii) избежание дублирования регулирующих функций и обеспечение согласованности между регулированием рынка электроэнергии и декарбонизацией, и

(iii) учет целей декарбонизации при разработке Министерством энергетики инвестиционных программ.

Оказание поддержки наиболее уязвимым слоям населения и прозрачность в использовании углеродных доходов в случае установления цены на углерод являются предпосылками для обеспечения приемлемости для общественности амбициозных мер по декарбонизации. В этой связи Министерству экономического развития и сокращения бедности отводится важная роль в оказании финансовой поддержки уязвимым потребителям.

Вывод: Переход Узбекистана к углеродно-нейтральному сектору электроэнергетики может быть достигнут

Узбекистан может достичь нулевого уровня углеродной энергетики уже в 2050 году, как с технической, так и с экономической точки зрения. По оценкам, инвестиционные потребности составляют менее 2% годового ВВП на период 2030-2050 годов. Ожидаемые выгоды с точки зрения новых производственно-сбытовых цепочек и снижения воздействия на окружающую среду намного перевешивают финансовые затраты. Кроме того, дорожная карта позволит Узбекистану сохранить внутренние запасы газа, а также потенциально использовать избыточное производство возобновляемой энергии для поддержки развития водородной экономики. Правительство уже планирует прекратить весь экспорт газа к 2025 году, так как, по его мнению, оно сможет получить большую экономическую выгоду, создать рабочие места и привлечь инвестиции за счет переработки газа в более ценные продукты.

Предлагаемое преобразование потребует значительных технических и регулятивных реформ, которые должны быть подкреплены мощной политической поддержкой. Дорожная карта предлагает правительству основу для формулирования амбициозной, всеобъемлющей и долгосрочной стратегии по декарбонизации электроэнергетического сектора страны и мобилизации общественной поддержки против тех, кто сопротивляется переменам.

Справочная информация по проекту

Финансируемый Правительством Японии, Европейский Банк Реконструкции и Развития (ЕБРР) заказал техническое задание для поддержки разработки дорожной карты в области политики и технологий («Дорожная карта»), которая обобщает действия в области политики и технологий, необходимые для обеспечения низкоуглеродного будущего для сектора электроэнергетики в Узбекистане. Проект продемонстрировал экономическую и техническую осуществимость полной декарбонизации электроэнергетического сектора Узбекистана к 2050 г. Представленная дорожная карта очерчивает путь для достижения этой цели. Она разработана на основе полного углеродно-нейтрального сценария с использованием топливных ограничений, предоставляемых правительством Узбекистана, в сочетании с более умеренным спросом на энергию, чем ранее оценивалось правительством Узбекистана.

На протяжении всего проекта проводились частые консультации с экспертами и заинтересованными сторонами в энергетическом секторе, включая встречи в Ташкенте в январе 2020 года между Консорциумом, ЕБРР и ключевыми заинтересованными сторонами в Узбекистане. В документе анализируется текущее состояние электроэнергетического сектора страны, за которым следует моделирование для обоснования предложения по достижению нулевого уровня выбросов углекислого газа к 2050 году. Моделирование учитывает стратегию развития энергетического сектора, сформулированную Правительством Узбекистана до 2030 года, и топливные ограничения, заложенные в этой директиве.

В дорожной карте очерчены физические и эксплуатационные ограничения, с которыми сталкивается электроэнергетическая система, а также пробелы в нормативно-правовой базе для содействия крупным, масштабным инвестициям в возобновляемую энергетику в этом секторе. Для того чтобы трансформация была успешной, соответствующие заинтересованные стороны должны признать, расставить приоритеты и принять требования, определенные в дорожной карте. В этом отношении План действий, сопровождающий дорожную карту, разрабатывает набор приоритетных действий.

Благодарность

Данный отчет является результатом совместных усилий Европейского банка реконструкции и развития (ЕБРР), Corporate Solutions Limited, Guidehouse и Tractebel. Формулирование настоящей Дорожной карты в области политики и технологий было бы невозможно без ценной информации, видения и понимания, предоставленных Министерством инвестиций и внешней торговли Республики Узбекистан и Министерством энергетики Республики Узбекистан в ходе различных консультационных встреч, которые состоялись в 2020 году.

Команда проекта также высоко оценила ценное время Министерства экономического развития и сокращения бедности, Министерства сельского и водного хозяйства, тепловых электростанций и гидроэнергетических компаний Узбекистана, Национальных электрических сетей Узбекистана, Региональных электросетевых компаний и Центра гидрометеорологических услуг (Узгидромет).

Авторы хотели бы также выразить особую признательность следующим коллегам в правительстве Республики Узбекистан: Шерзоду Ходжаеву (заместитель Министра энергетики Республики Узбекистан), Азизу Хамидову (начальник отдела энергетики Министерства инвестиций и внешней торговли), Музаффару Хакимову (начальник отдела эффективности энергии и экономии ресурсов Министерства энергетики), Акмалю Аббасову (начальник отдела развития «зеленой» энергетики Министерства энергетики), Озоду Ахунову (начальник отдела традиционной генерации электроэнергии Министерства энергетики). Мы также признательны за ценный вклад и

информацию, предоставленную компаниями «Dentons» и «Ernst&Young» в Ташкенте в отношении электроэнергетического сектора Узбекистана.


Группа также обязана правительству Японии за финансовую поддержку проекта и обеспечение возможности выполнения этого задания.

Правовая Оговорка

Данный отчет был подготовлен компаниями Corporate Solutions Limited, Guidehouse и Tractebel (Консорциум) в интересах Правительства Узбекистана. Любые мнения, суждения, допущения, заявления и рекомендации, выраженные в этом документе, принадлежат Консорциуму и не обязательно отражают официальную политику или позицию Правительства Узбекистана и Европейского банка реконструкции и развития.

Ни Европейский банк реконструкции и развития, ни Правительство Узбекистана (ПУ) не несут никакой ответственности в отношении любых претензий любого характера со стороны любой третьей стороны, связанных, прямо или косвенно, с ролью ЕБРР в выборе, привлечении или мониторинге Консорциума и/или в результате использования или доверия к услугам Консорциума.

Настоящий доклад был подготовлен в рамках проекта, финансируемого Японией.

ВХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ	МОДЕЛЬ	РЕЗУЛЬТАТЫ
<p>Сценарии:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Цели по CO₂ • Кривая роста выработки возобновляемых источников электроэнергии • Планирование политической системы • Вынужденный новый ввод <p>Системные данные:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Передача • Топливо • Потребность + коэффициент роста • Резервы <p>Данные парка оборудования:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Электростанции • Ограничения распределения • Характеристики возобновляемых источников/гидростанций <p>Кандидаты:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Кандидаты нового ввода с капитальными затратами 	<p>С входными параметрами и определением сценариев на платформе PLEXOS была сформулированы математические задачи системы электростанций</p>  <p>Оптимизатор систем от ПЛЕКСОС</p> <p>Решающая система ПЛЕКСОС оптимизирует, то есть находит решения для определенных сценариев с наименьшей стоимостью. В процессе оптимизации приняты во внимание все определенные ограничения в реальном времени. Почасовое распределение и добавление мощностей.</p>	<p>Результаты</p> <ul style="list-style-type: none"> • Почасовое распределение электроэнергии • Предусмотрение резерва • Капитальные расходы/показатели потерь/операционные расходы на уровне генератора • Потребление топлива • Выбросы (CO₂) • Надежность системы • Новые введенные мощности • Нормированная стоимость электроэнергии • чистая приведенная стоимость системы • и так далее...

<p align="center">Базисный сценарий</p> <p><i>Отражает обычное осуществление деятельности в мире, где системы электроэнергетики после 2030 года согласованы с текущими концепциями правительства на период 2020-2030</i></p>					<p align="center">Сценарий с нейтральным уровнем выбросов углерода</p> <p><i>Отражает состояние в мире, где система электроэнергетики Узбекистана развивается в сторону цели нулевого или около-нулевого выброса</i></p>			
<p align="center">Низкая потребность</p> <p align="center"><i>Основан на ориентирах</i></p>		<p align="center">Высокая потребность</p> <p align="center"><i>МЭ</i></p>			<p align="center">Низкая потребность</p> <p align="center"><i>Основан на ориентирах</i></p>		<p align="center">Высокая потребность</p> <p align="center"><i>МЭ</i></p>	
Нет ограничений по топливу	Ограничения по топливу	Нет ограничений по топливу	Ограничения по топливу		Нулевые выбросы	Около-нулевые выбросы	Нулевые выбросы	Около-нулевые выбросы
<p>Базисный сценарий основан существенно на выработке электроэнергии с природным газом в качестве топлива. Поэтому проблема наличия топлива имеет решающее значение в контексте, когда правительство стремится экономить ресурсы природного газа. «Ограничения по топливу» вводит верхний предел наличия газа (обусловлено внутренними резервами); «нет ограничений по топливу» позволяет импорт.</p>					<p>Возможность использования запасов ископаемого топлива зависит от способности уменьшения/нивелирования выбросов. Сценарий «нулевой выброс» основан на комбинации возобновляемых источников и запасов. Сценарий «около-нулевого выброса» включает возможности выработки электроэнергии на природном газе с улавливанием углерода.</p>			