

ПРОГНОЗ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

СТРАТЕГИЯ ПО ОГРАНИЧЕНИЮ ГЛОБАЛЬНОГО
ПОТЕПЛЕНИЯ ДО 1,5 °C

КРАТКИЙ ОБЗОР

ПРОГНОЗ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

© IRENA 2021

Если не указано иное, материалы в настоящей публикации можно свободно использовать, распространять, копировать, воспроизводить, печатать и (или) хранить при условии надлежащей ссылки на агентство IRENA как на источник и владельца авторских прав. К материалам в настоящей публикации, которые принадлежат третьим лицам, могут применяться отдельные условия использования и ограничения, и, прежде чем использовать такие материалы, может понадобиться соответствующее разрешение от таких третьих лиц.

ЦИТИРОВАНИЕ

Настоящая публикация является кратким обзором Прогноза преобразования мировой энергетической системы агентства IRENA (2021): *Стратегия по ограничению глобального потепления до 1,5 °C*, Международное агентство по возобновляемым источникам энергии, Абу-Даби.

Настоящий краткий обзор является переводом документа «World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway» ISBN: 978-92-9260-334-2 (2021 г.). В случае расхождений между переводом и оригиналом на английском языке преимущественную силу имеет текст на английском языке.

Доступно для скачивания: www.irena.org/publications

Для получения дополнительной информации или обратной связи: publications@irena.org

ОБ АГЕНТСТВЕ IRENA

Международное агентство по возобновляемым источникам энергии (IRENA) является основной платформой для международного сотрудничества, центром передового опыта, а также политики, технологий, ресурсов и финансовой информации, а также движущей силой действий на местах, направленных на продвижение преобразования мировой энергетической системы. Агентство IRENA, созданное в 2011 году, представляет собой межправительственную организацию, которая способствует повсеместному внедрению и устойчивому использованию всех видов возобновляемой энергии, включая биоэнергию, геотермальную энергию, гидроэнергию, энергию океана, солнечную энергию и энергию ветра, в целях обеспечения устойчивого развития, доступа к энергии, энергетической безопасности, а также низкоуглеродного экономического роста и процветания.

www.irena.org

ОТКАЗ ОТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

Настоящая публикация и материалы в ней предоставляются «как есть». Агентство IRENA предприняло все разумные меры, чтобы обеспечить достоверность материалов в настоящей публикации. Однако агентство IRENA, а также его сотрудники, агенты, источники данных или другого стороннего содержимого не предоставляют каких-либо официальных или подразумеваемых гарантий и отказываются от какой-либо ответственности или обязательств в отношении последствий использования данной публикации и содержащихся в ней материалов.

Информация, содержащаяся в настоящей публикации, не обязательно отражает позицию всех членов IRENA. Упоминание конкретных компаний, проектов или продуктов не означает, что они поддерживаются или рекомендуются агентством IRENA вместо других компаний, проектов или продуктов подобного характера, которые здесь не упомянуты. Используемые обозначения и способ представления материалов в настоящей публикации не указывают на какие-либо суждения со стороны агентства IRENA в отношении правового статуса каких-либо регионов, стран, территорий, городов или районов либо их властей, а также в отношении демаркации границ.

ПРОГНОЗ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

СТРАТЕГИЯ ПО ОГРАНИЧЕНИЮ
ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ ДО 1,5 °C

КРАТКИЙ ОБЗОР



ВСТУПЛЕНИЕ

Времени уже не осталось. Окно возможностей закрывается, и дорога к «углеродно нейтральному» будущему сужается. Такую мысль я чётко и прямо озвучил в рамках прошедшего в начале этого года Берлинского диалога по трансформационным процессам в сфере энергетики, на котором мы представили предварительный обзор *Прогноза преобразования мировой энергетической системы*. Научные данные ясно показывают, что к 2030 г. необходимо сократить глобальные выбросы парниковых газов на 45% по сравнению с 2010 годом. К сожалению, последние тенденции свидетельствуют о том, что разрыв между реальным положением дел и желаемым результатом увеличивается. Мы на неправильном пути, и нам необходимо изменить курс прямо сейчас.

Выбор, который мы сделаем в ближайшие годы, будет иметь далеко идущие последствия. Он может приблизить нас к достижению целей, поставленных в 2015 году, когда мы заключили крайне важные международные соглашения об устойчивом развитии и борьбе с изменением климата. Либо наш выбор может привести нас к противоположному результату — дальнейшему потеплению с тяжёлыми и необратимыми экономическими и гуманитарными последствиями.

В период нестабильности неразумно делать какие-либо прогнозы. Однако ряд тенденций влияет на идущий энергетический переход и даёт представление о его направлении. Во-первых, стоимость технологий на основе возобновляемой энергии резко упала до такого уровня, что новые проекты по производству электроэнергии с использованием ископаемых видов топлива потеряли свою привлекательность. Во-вторых, прогресс в электроэнергетическом секторе начинает распространяться на конечное потребление, позволяя посмотреть другими глазами на возможности использования многочисленных вариантов имеющихся в наличии возобновляемых источников энергии. В-третьих, определился консенсус, что энергетический переход, основанный на возобновляемых источниках энергии и эффективных технологиях, – это наш единственный шанс ограничить глобальное потепление к 2050 году до 1,5 °С. Всего лишь несколько лет назад пропагандируемый IRENA подход, ориентированный на возобновляемые источники энергии, считался слишком прогрессивным, идеалистичным или даже нереалистичным. Сегодня наша стратегия стала общепринятой, она считается единственным реалистичным вариантом для мира с безопасным климатом. И это подтверждается тем, что всё больше стран из разных уголков мира берёт на себя обязательства в отношении стратегий «углеродной нейтральности», что даёт беспрецедентный политический импульс к глубоким преобразованиям.

В подготовленном IRENA *Прогнозе преобразования мировой энергетической системы* рассматриваются способы выхода из климатического кризиса и перехода к устойчивому и более справедливому миру. В нём ясно описаны возможности, которыми мы располагаем на сегодняшний день, а также пробелы, которые нам нужно устранить. В представленном анализе и вариантах на первое место выведены существующие способы снижения выбросов, а также решения, которые в ближайшие годы могут быть реализованы с наибольшей степенью вероятности. Здесь не делаются ставки на непроверенные технологии или ожидаемые изобретения, вместо этого поощряются инновации, столь необходимые для совершенствования и продвижения самого быстрого способа сокращения выбросов.

В Прогнозе предлагается убедительный способ декарбонизации во всех областях энергопотребления, при котором электрификация и энергоэффективность должны стать главными движущими факторами, основанными на возобновляемых источниках энергии, «зелёном» водороде и устойчивой современной биоэнергии. Однако сценарий и допущения, какими бы точными и полными они ни были, являются лишь инструментом информационного обеспечения лиц, принимающих стратегические решения. Для воплощения такого видения энергетического будущего в реальность нам нужно выйти за пределы существующей инфраструктуры,

созданной для видов топлива прошлого. И такие решения не принимаются в вакууме. Согласования требуют как цели в области экономики и развития человеческого потенциала, так и способы решения экологических проблем и финансовые подходы.

Именно в этом контексте IRENA имеет уникальную ценность.

Прогноз показывает, что, когда мы выходим за узкие рамки энергоснабжения, переход к возобновляемым источникам энергии открывает множество ценных преимуществ. Таким образом, в Прогнозе предлагаются справедливые и всеохватывающие рамочные основы политики, необходимые для стимулирования перехода. Прогноз помогает лучше понять структурные изменения и даёт количественную картину факторов влияния, таких как валовой внутренний продукт (ВВП), занятость и благосостояние. Кроме того, в отчёте исследуются структуры финансирования, демонстрируя необходимый сдвиг на рынках капитала.

Такое знание служит агентству IRENA фундаментом для поддержки стран в реализации их приоритетных задач и претворении их стратегий в конкретные действия. В нашей организации 164 члена, мы видим, как коллективные усилия могут стимулировать прогресс по всему миру, и где могут существовать основные потребности и пробелы.

Этот глобальный охват обеспечивает Агентству авторитетность и привилегию поддерживать международное сотрудничество по целому спектру вопросов, связанных с энергетическим переходом, помогая странам учиться друг у друга и использовать обширный опыт Агентства. При этом мы активно сотрудничаем с партнёрами, в том числе с частным сектором, чтобы обеспечить динамичную платформу для стимулирования деятельности, прогностического планирования, принятия комплексных стратегических решений и осуществления масштабных инвестиций.

Требования нашего времени высоки и полны неопределённости. Мы вступаем в новую эпоху изменений, эпоху, в которой трансформация энергетики будет определять трансформацию экономики. Такое изменение открывает беспрецедентные новые возможности для оживления экономики и выведения людей из нищеты. Однако стоящая перед нами задача весьма сложна. Я надеюсь, что данный Прогноз поможет по-новому взглянуть на то, как превратить сегодняшние проблемы в решения завтрашнего дня.

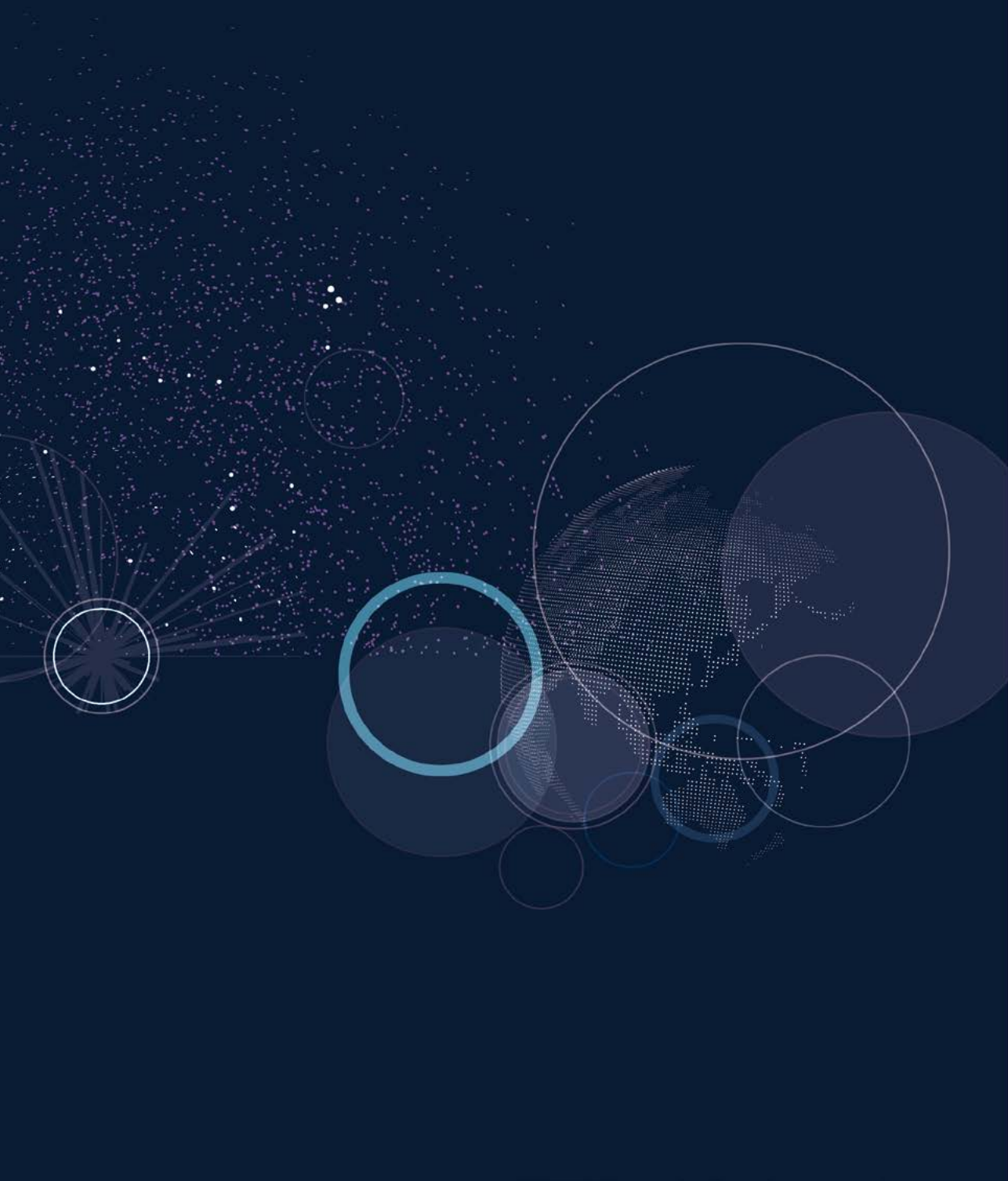
Наше общее будущее будет процветающим только в том случае, если мы все вместе будем прилагать усилия к достижению более устойчивого и справедливого мира.



Франческо Ла Камера,
генеральный директор
IRENA



КРАТКИЙ ОБЗОР



На каком этапе энергетического преобразования мы находимся?

Энергетический сектор, известный своим медленным темпом преобразований, находится в процессе динамичного перехода на новый уровень. Острая необходимость в том, чтобы положить решение таких проблем, как изменение климата, энергетическая бедность и энергетическая безопасность, в основу развития и промышленной стратегии, привела к тому, что повсеместное принятие возобновляемых источников энергии и сопутствующих технологий стало ключевым решением. Благодаря политическим факторам, технологическим разработкам и международному сотрудничеству эти технологии перестали занимать узкую нишу и получили широкое применение, особенно в течение последних десяти лет. Даже в условиях кризиса, вызванного пандемией COVID-19, системы на основе возобновляемых источников энергии продемонстрировали замечательную устойчивость: электроэнергетические системы, в которых используется большая доля солнечной и ветровой энергии, подтвердили свою техническую надёжность.

Сформировался консенсус, что энергетический переход, основанный на возобновляемых источниках энергии и технологиях и повышающий эффективность и экономное использование ресурсов, — это наш единственный шанс ограничить глобальное потепление к 2050 году до 1,5 °С. Всего лишь несколько лет назад активно продвигаемый IRENA подход, ориентированный на возобновляемые источники энергии, считался идеалистичным. Сегодня даже некоторые наиболее консервативные участники энергетического рынка приняли такой подход в качестве единственного реалистичного варианта для достижения мира с безопасным климатом. Такие кардинальные и глубокие изменения во взглядах обусловлены неопровержимыми фактами — не только серьёзными мировыми проблемами, но также тенденциями в сфере технологий, политики и рынков, благодаря которым уже более десяти лет идёт трансформация энергетического сектора.

За последние семь лет в энергосеть было включено больше мощностей, работающих на возобновляемой энергии, чем объектов, использующих ископаемое и атомное топливо вместе взятых. Технологии использования возобновляемых источников энергии сейчас занимают доминирующее положение на мировом рынке новых мощностей по выработке электроэнергии, так как они стали самым дешёвым источником электроэнергии на многих рынках. В 2020 году по всему миру в эксплуатацию было введено 260 гигаватт (ГВт) генерирующих мощностей на основе возобновляемых источников энергии — рекордный уровень, более чем в четыре раза превышающий добавленные мощности, работающие на других источниках (IRENA, 2021a). Эта траектория обещает быструю декарбонизацию электроэнергетического сектора.

РИСУНОК S.1 Доля в установленных мощностях, 2001-2020 гг.

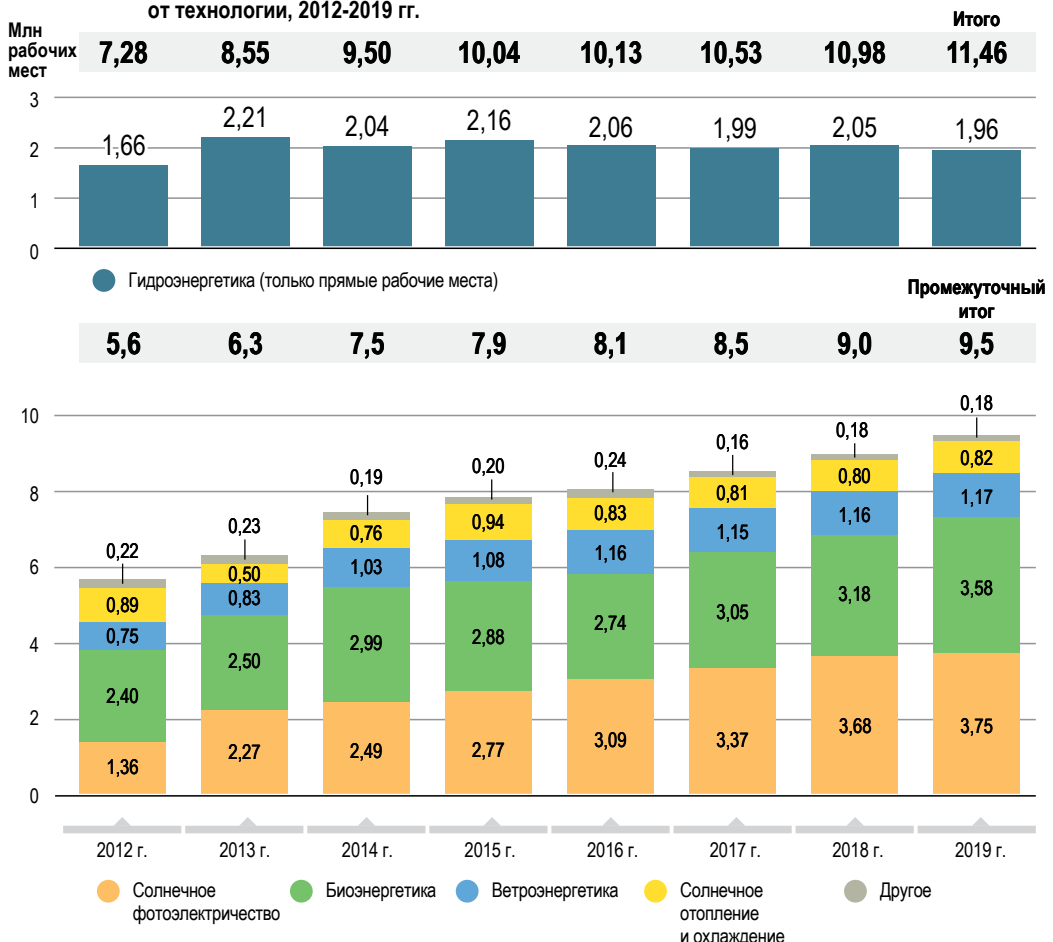


На основании статистических данных агентства IRENA по возобновляемой энергетике

Инновационные решения преобразуют энергетическую систему и открывают новые возможности для декарбонизированного будущего гораздо быстрее, чем ожидалось. По всему миру реализуются инновационные решения в сфере технологий, политики и рынков (IRENA, 2019a). Серьезные успехи были достигнуты, например, в таких областях, как электрические транспортные средства, аккумуляторное хранение, цифровые технологии и искусственный интеллект. Кроме того, такие изменения побуждают обратить более пристальное внимание на необходимость рациональной добычи и подхода к редкоземельным и другим минералам, а также инвестиций в безотходную экономику. Благодаря содействующей политике и рынкам новые и интеллектуальные энергосистемы — от минисетей до электрических сетей сверхвысокого напряжения — укрепляют способность электроэнергетического сектора справляться с переменным характером возобновляемых источников энергии. Благодаря прямому использованию возобновляемых источников энергии, включая биоэнергию и «зелёный» водород, крайне востребованные решения реализуются на транспорте, в зданиях и промышленности.

В 2019 году из 58 миллионов рабочих мест в мировом энергетическом секторе около 20% приходилось на возобновляемую энергетику. Изменение глобальной структуры занятости отражает новые тенденции в развитии энергетического сектора. Количество работников, занятых в секторе возобновляемой энергетики, выросло с 7,3 млн человек в 2012 году, когда агентство IRENA начало отслеживать занятость в этой сфере, до 11,5 млн человек в 2019 году. В течение этого же периода количество рабочих мест в энергетическом секторе уменьшалось вследствие растущей автоматизации, неконкурентоспособности некоторых видов топлива и меняющейся динамики рынка. Кроме того, мы наблюдаем всё более масштабные последствия перехода к возобновляемым источникам энергии. В частности, рост возобновляемых источников энергии улучшил гендерный баланс в энергетическом секторе: сейчас в сфере возобновляемой энергетики 32% рабочих мест приходится на женщин, по сравнению с 22% в нефтегазовой отрасли.

РИСУНОК S.2 Занятость в отрасли возобновляемых источников энергии по всему миру в зависимости от технологии, 2012-2019 гг.



Источник: IRENA, 2020a.

Растущее количество стран, выбравших стратегию достижения нулевых углеродных выбросов, указывает на серьёзный сдвиг в международном диалоге по вопросу климата. Аналогичные тенденции наблюдаются на всех уровнях правительства и в частном секторе, включая сложно декарбонизируемые отрасли и нефтегазовый сектор. В то время как мир пытается преодолеть экономический спад, инвестиции в преобразование энергетической системы могут помочь согласовать краткосрочные приоритеты со среднесрочными и долгосрочными целями в области развития и климата. Это уникальная возможность для стимулирования устойчивого изменения с помощью дальновидного целевого инвестирования в энергетический сектор, прежде всего, в инфраструктуру, эффективность и возобновляемые источники энергии (IRENA, 2020b). В самом деле, несколько стран обязались выделять на эти цели значительные бюджетные средства и поддерживать такие решения, как развитие электротранспорта и чистого водорода.

Не менее 80% людей в мире живут в странах, которые являются чистыми импортёрами ископаемых видов топлива. Напротив, у каждой страны есть определённый потенциал возобновляемых источников энергии, который можно использовать для повышения энергетической безопасности и независимости, при этом всё чаще с минимальными затратами (IRENA, 2019b). Трансформация мировой энергетической системы, согласованная целью ограничения потепления климата до 1,5°C, может стать мощным уравнивающим фактором в мире, который должен стать более устойчивым, справедливым и инклюзивным. Такая энергетическая система требует интенсивной разработки и внедрения устойчивых технологий, а также инвестирования в кадровые ресурсы и институциональные структуры.

В этом плане был достигнут значительный прогресс, однако в разных регионах и сообществах результаты варьируются. Самые большие успехи были достигнуты лишь в нескольких странах и регионах. В других регионах широко распространённая энергетическая бедность продолжает препятствовать экономическому прогрессу и социальному благополучию. В 2020 году на Европу, США и Китай пришлось наибольшая доля новых мощностей на основе возобновляемых источников энергии, в то время как на Африку — только 1% таких общих новых мировых мощностей. И это несмотря на то, что этот континент больше других нуждается в расширенном доступе к современным видам энергии и обладает потенциалом возобновляемых источников энергии, который намного превышает прогнозируемые потребности. С 2008 по 2019 гг. в автономные системы на основе возобновляемой энергии был инвестирован лишь 1 млрд долл. США, несмотря на то, что они представляют собой крупнейшую возможность расширения доступа. Неравномерное распространение также ведёт к концентрации рабочих мест и отраслей, что приводит к отставанию многих регионов мира.

Нынешние планы удручающе отстают от темпов, необходимых для достижения цели «1,5 °C». Исходя из имеющихся планов и целей правительств в сфере энергетики, в том числе результатов первого раунда встреч, посвящённых определяемым на национальном уровне вкладам (ОНУВ) в рамках Парижского соглашения, самое большее, чего может добиться нынешняя политика, — это лишь стабилизировать мировые выбросы и немного уменьшить их к 2050 году. Несмотря на очевидные доказательства антропогенного изменения климата, всеобщую поддержку Парижского соглашения и распространённость чистых, экономических и устойчивых источников энергии, выбросы CO₂, связанные с производством энергии, ежегодно росли в среднем на 1,3% в период 2014-2019 гг.

Время быстро уходит, и стремительное сокращение выбросов должно начаться уже сейчас, чтобы сохранить шанс удержаться на отметке «1,5°C». Согласно отчёту Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) об ограничении глобального потепления до 1,5 °C к 2050 году, уголь и нефть уже должны были достичь пикового уровня выбросов, а природный газ должен достичь своего пика в 2025 году. Ресурсы и технологии, необходимые для ускорения энергетического перехода, доступны уже *сейчас*. IRENA прокладывает курс к резкому и неуклонному снижению выбросов углекислого газа (CO₂) к 2030 г. — на 45% от уровня 2010 г. — и достижению нулевых выбросов к 2050 г. в соответствии с графиком МГЭИК.

Прогноз преобразования мировой энергетической системы IRENA — это уникальный путь, совместимый с целевым показателем в 1,5 °C, в котором также рассматриваются все социально-экономические и политические последствия и даётся представление о структурных изменениях и финансировании. Технологии для быстрой декарбонизации становятся всё более доступными, но мышление, связанное с энергетическим переходом, не должно ограничиваться лишь энергетикой. Для реализации далеко идущего потенциала энергетического перехода требуются системные инновации, опирающиеся одновременно на технологии и благоприятные рамочные условия. Энергетические системы на основе возобновляемых источников энергии дадут толчок глубоким изменениям, которые отразятся на мировой экономике и обществе. Только поняв эти глубинные течения, мы можем получить оптимальные результаты от процесса перехода. Для реализации поставленных целей в этом первом выпуске *Прогноза преобразования мировой энергетической системы* обширные знания IRENA систематизируются, благодаря чему определяющие политику лица получают аналитические данные, инструменты и рекомендации для планирования дальнейших действий.

Стратегия агентства IRENA по ограничению глобального потепления до 1,5 °C

Запланированный энергетический сценарий (PES) является основным эталонным сценарием для данного исследования; он даёт представление о развитии энергетических систем на основе текущих энергетических планов правительств и других запланированных целевых показателей и инструментов политики, в том числе определяемых на национальном уровне вкладов (ОНУВ) в соответствии с Парижским соглашением.

PES

Стратегия по ограничению глобального потепления до 1,5°C (1.5-S) описывает стратегию энергетического перехода, согласованную с целями по ограничению глобального потепления до 1,5 °C, заключающимися в ограничении роста глобальной средней температуры к концу текущего столетия до 1,5 °C относительно доиндустриальных уровней. В данной стратегии первостепенное внимание уделяется уже доступным технологическим решениям, которые могут масштабироваться с необходимой скоростью для достижения цели в 1,5 °C.

1.5-S

ПРОГНОЗ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Сжатые сроки требуют тщательного выбора инвестиций и вариантов политики в ближайшее десятилетие. Мы располагаем небольшим диапазоном возможностей для достижения к 2030 году контрольного показателя выбросов, установленного МГЭИК, и решения, которые будут приняты в ближайшие годы, определяют достижимость показателя «1,5°C». Данный *Прогноз* составлен с учётом Повестки дня ООН в области устойчивого развития и Парижского соглашения по изменению климата. Теория изменения, лежащая в основе программы IRENA в отношении целевого показателя 1,5 °C, опирается на несколько обязательных условий:

- следование по пути, который с наибольшей вероятностью приведёт к сокращению выбросов от производства энергии в ближайшее десятилетие, и направление стран к траектории достижения целевого значения в 1,5°C;
- поддержка новых технологий, которые вероятнее всего станут конкурентоспособными в краткосрочной перспективе и наиболее эффективными в сокращении выбросов в долгосрочной перспективе;
- ограничение инвестиций в нефтегазовый сектор с целью содействия его стремительному сокращению и осуществлению управляемого перехода;
- резервирование технологий улавливания и хранения углерода для экономик, сильно зависящих от нефти и газа, а также в качестве промежуточного решения там, где отсутствуют другие варианты;
- поэтапная отмена субсидий на уголь и ископаемые виды топлива;
- адаптация рыночных структур к новой энергетической эпохе;
- инвестирование в комплекс стратегий с целью поощрения устойчивости, инклюзивности и справедливости, а также защиты трудящихся и сообществ, затронутых энергетическим переходом;
- принятие мер для того, чтобы все страны и регионы имели возможность участвовать в глобальном энергетическом переходе и пользоваться его преимуществами.

РИСУНОК S.3 Рамочное руководство по теории изменений WETO



Технологические направления к целям в области климата

Анализ IRENA показывает, что более 90% решений, формирующих положительный результат к 2050 году, затрагивают использование возобновляемой энергии в таких направлениях, как прямые поставки, электрификация, энергоэффективность, «зелёный» водород и биоэнергетика, в сочетании с улавливанием и хранением углерода (BECCS). К настоящему моменту сформировались технологические направления, ведущие к декарбонизированной энергетической системе и использующие в основном такие решения, которые можно реализовать быстро и масштабно. Технологии, рынки и бизнес-модели постоянно совершенствуются, но ждать новых решений нет необходимости. Значительного прогресса можно достичь с уже существующими возможностями. Но для выведения технологий энергетического перехода на необходимый уровень и для их реализации с такими темпами, которые отвечают цели достижения «1,5°C», требуется разработка целевых стратегий и мер.

РИСУНОК S.4 Сокращение выбросов углерода в рамках Стратегии по ограничению глобального потепления до 1,5 °C (%)



К 2050 году электричество будет основным энергоносителем, и его доля увеличится с 21% от общего конечного энергопотребления в 2018 г. до более 50% в 2050 г. Границы отраслей сдвигаются по мере электрификации областей конечного потребления на транспорте и в теплоснабжении. Этот рост в основном стимулируется использованием электроэнергии на основе возобновляемых источников энергии вместо ископаемых видов топлива в сферах конечного потребления. По мере осуществления этого сдвига годовой темп роста технологий на основе возобновляемой энергии вырастет в восемь раз. Электрификация сфер конечного потребления также приведёт к преобразованию ряда отраслей, прежде всего транспортного сектора, в котором на электромобили будет приходиться 80% всех дорожных транспортных средств в 2050 году.

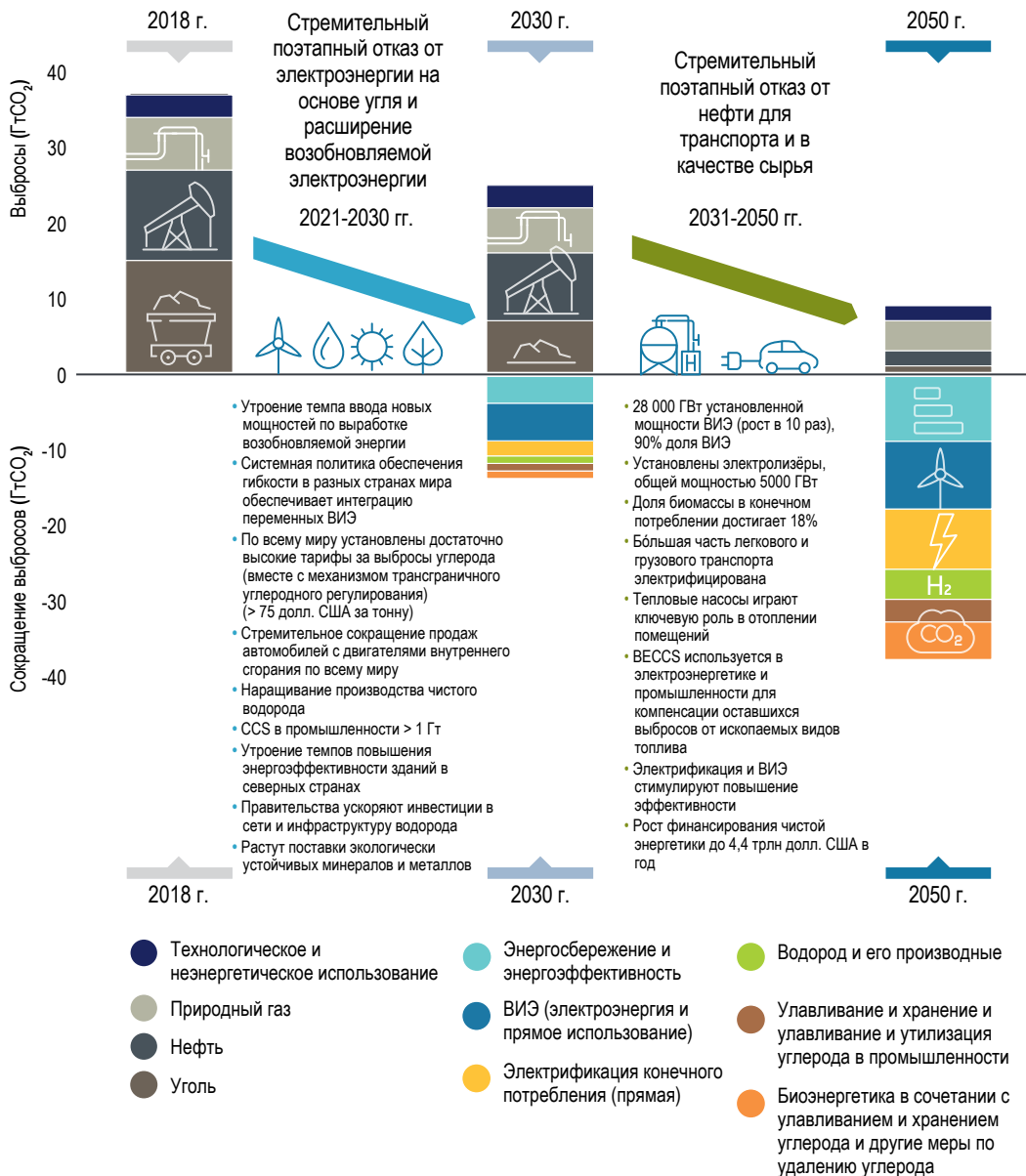
Ежегодный темп снижения энергоёмкости должен увеличиться до 2,9% — почти в два с половиной раза по сравнению с исторически сложившейся тенденцией. С таким ростом энергоёмкость мировой экономики упадёт более чем на 60% к 2050 году. Энергоэффективные технологии и меры — это уже готовые к работе решения с высоким потенциалом масштабирования. Политика и меры по улучшению энергосбережения и энергоэффективности будут иметь решающее значение для сокращения общего конечного энергопотребления с 378 эксаджоулей (ЭДж) в 2018 году до 348 ЭДж в 2050 году. Важная роль также отводится структурным и поведенческим изменениям, вклад которых в повышение эффективности составит примерно десять процентов.

К 2050 году на водород и его производные будет приходиться 12% конечного энергопотребления. Они будут играть важную роль в трудно поддающихся декарбонизации, энергоёмких секторах, таких как сталелитейное производство, химическая промышленность, транспортные средства, выполняющие дальние перевозки, судоходство и авиация. Кроме того, водород поможет сбалансировать спрос и предложение для возобновляемой электроэнергии и будет служить долгосрочным сезонным хранилищем. К 2050 году требуемая мощность электролизёров достигнет порядка 5000 ГВт, по сравнению с 0,3 ГВт на сегодняшний день. Такой масштаб роста с самого начала подчёркивает важность низкоуглеродного водорода. В 2050 г. две трети всего водорода будут «зелёными», производимыми с использованием электроэнергии на основе возобновляемых источников, а одна треть — «синей», получаемой из природного газа с улавливанием и хранением углерода (CCS).

На биоэнергию в 2050 году будет приходиться 18% общего конечного энергопотребления. Во всех сегментах энергосистемы необходимо увеличивать устойчивое производство и использование биомассы. В некоторых секторах биомасса играет важную роль — в частности, в качестве сырья и топлива в химической промышленности, а также топлива в авиационной промышленности. В других сферах она помогает решить проблемы, которые невозможно полностью устранить другими способами, например, заменить природный газ биометаном в зданиях, не поддающихся модернизации. Кроме того, в электроэнергетическом секторе и ряде отраслей промышленности биомасса в сочетании с CCS (BECCS) обеспечит отрицательные выбросы, необходимые для достижения цели нулевых выбросов.

При остаточном использовании ископаемых видов топлива и в некоторых промышленных процессах для декарбонизации может потребоваться CCS, а также технологии и меры по удалению CO₂. В сценарии с целевым показателем 1,5 °C некоторые выбросы от остаточного использования ископаемых видов топлива и некоторых промышленных процессов останутся и в 2050 г. Поэтому оставшийся CO₂ необходимо будет улавливать и удалять. Применение CCS в основном ограничено выбросами CO₂, связанными с технологическими процессами в цементной отрасли, металлургии и производстве «синего» водорода. Процесс удаления CO₂ предусматривает природоохранные меры, например возобновление лесонасаждений и BECCS, прямое улавливание и хранение углерода и другие методы, которые всё ещё являются экспериментальными.

РИСУНОК S.5 Изменение выбросов при поэтапном отказе от использования угля и нефти, 2021-2050 гг.



Примечание. RE = возобновляемая энергетика; VRE = переменная возобновляемая энергетика; CBAM = механизм трансграничного углеродного регулирования; ICE = двигатель внутреннего сгорания; GW = гигаватт; Gt = гигатонна; CCS = улавливание и хранение углерода; BECCS = биоэнергетика совместно с улавливанием и хранением углерода; CCU = улавливание и утилизация углерода.

К 2030 году производство возобновляемой электроэнергии в мире должно достичь уровня 10 770 ГВт — что почти в четыре раза выше текущей производительности. В ближайшие десять лет необходимо быстрое и масштабное развёртывание, чтобы подготовить почву для декарбонизации электроэнергетической системы и электрификации конечного потребления к 2050 году. Такой уровень развёртывания также настоятельно рекомендуется в Тематическом отчёте по преобразованию энергетической системы, подготовленном IRENA, ЮНЕП и Экономической и социальной комиссией для Азии и Тихого океана для Диалога высокого уровня по энергетике ООН. Благодаря их обилию по всему миру, применение экономических потенциальных источников возобновляемой энергии может быть расширено. Для многих стран это превращает техническую и экономическую проблему в комплекс инвестиционных, регулятивных и социальных возможностей.

В ближайшее десятилетие приоритетной задачей является обновление, модернизация и расширение инфраструктуры. Обновление устаревшей инфраструктуры или инвестирование в её расширение является неотъемлемой частью энергетического перехода и фактором, способствующим продвижению современных технологий. В ближайшие десять лет по мере увеличения доли возобновляемых источников энергии это станет особенно актуальной задачей, требующей гибкости системы и современных сетей. Развитие инфраструктуры должно быть согласовано с долгосрочными планами и отражать более общие стратегии, включая интеграцию регионального рынка.

Необходимые уровни развёртывания будут достигнуты к 2030 г. только при условии наличия политики, поддерживающей такие технологические направления. Политика развёртывания поддерживает создание рынков, таким образом содействуя масштабированию, сокращая технологические затраты и повышая уровни инвестирования, соответствующие потребностям энергетического перехода. Учитывая, что в рамках восстановительных мер в экономику стран вливаются большие суммы бюджетных средств, такая политика будет определять направление энергетического перехода и создаст предпосылки для существенного роста инвестиций частного сектора, необходимых до 2050 г.



ТАБЛИЦА S.1 Обзор инструментов политики по поддержке решений в области энергетического перехода

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ	ЦЕЛЬ	РЕКОМЕНДАЦИИ
Возобновляемые источники энергии (электроэнергия и прямое использование)	Внедрение возобновляемой энергетики в сферах конечного потребления	Данные инструменты политики включают в себя нормативные меры, которые создают рынок, а также налоговые и финансовые стимулы для повышения их ценовой доступности и увеличения их конкурентоспособности в плане затрат по сравнению с решениями на ископаемых видах топлива.
	Внедрение возобновляемой энергетики в электроэнергетической отрасли	Выбор инструмента и его конструкции должны учитывать характер решения (например, промышленное, распределённое, автономное), уровень развития отрасли, организационную структуру электроэнергетической системы и более широкие цели политики.
Энергосбережение и энергоэффективность	Повышение энергосбережения и энергоэффективности в системах отопления и охлаждения	Инструменты политики в сфере энергоэффективности, такие как строгие строительные нормы, поддержка модернизации зданий и стандарты бытовых приборов, критически важны в энергетическом переходе для зданий и промышленных процессов.
	Увеличение энергосбережения в транспорте	Снижение выбросов углерода в транспортной отрасли, помимо прочих мер, требует перехода от энергоёмких режимов к режимам низких выбросов углерода.
Электрификация конечного потребления	Электрификация систем отопления и охлаждения	Целевые показатели для возобновляемой электроэнергетики должны учитывать рост спроса вследствие электрификации конечного потребления в соответствии с долгосрочными целями декарбонизации. Кроме того, для поддержки электрификации при реализации её потенциала с целью обеспечения гибкости системы требуются соответствующие инструменты политики и устройство электроэнергетической системы.
	Электрификация транспорта	
«Зелёный» водород	Поддержка развития «зелёного» водорода	Стимулирующая рамочная концепция должна включать в себя четыре основополагающих элемента: национальную стратегию в области «зелёного» водорода, установку приоритетов, гарантии происхождения и стимулирующую политику.
Экологически устойчивая биоэнергетика	Обеспечение экологически устойчивого использования биоэнергетики	В отношении возобновляемой энергетики тоже существуют вопросы по экологической устойчивости. Среди этих проблемных вопросов – выбросы парниковых газов, связанные с изменением землепользования, а также воздействие на качество воздуха и воды и биологическое разнообразие.

Финансирование энергетического перехода

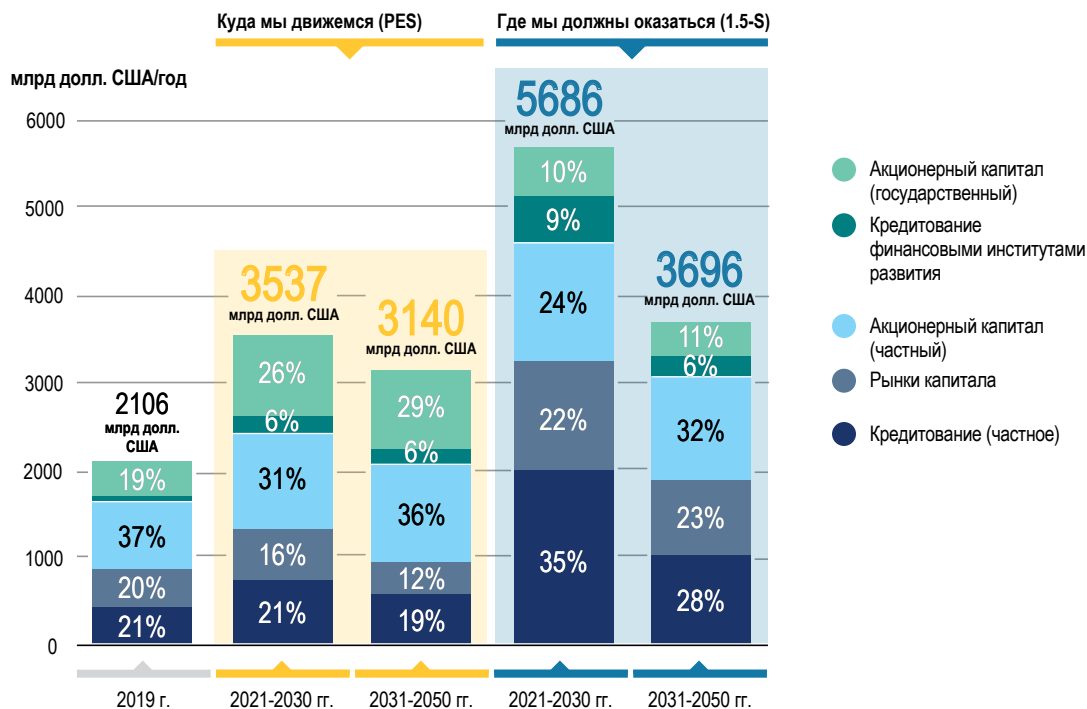
В энергетическую систему до 2050 г. необходимо инвестировать 131 трлн долл. США, которые в первую очередь будут направлены на технологические направления, совместимые со Стратегией по ограничению потепления до 1,5 °С. Хотя потребность в ежегодных инвестициях в размере в среднем 4,4 трлн долл. США велика, она представляет 20% валового вложения в основные фонды в 2019 г., что эквивалентно приблизительно 5% мирового валового внутреннего продукта (ВВП). С настоящего момента и до 2050 г. необходимо инвестировать более 80% общей суммы в 131 трлн долл. США в технологии энергетического перехода, в том числе в эффективность, возобновляемые источники энергии, электрификацию конечного потребления, электросети, гибкость, водород, а также в инновации, позволяющие новым и узкоспециализированным решениям стать окупаемыми.

Текущие стратегии правительств уже предусматривают значительные инвестиции в энергетику в размере 98 трлн долл. США к 2050 г. Данные стратегии, совместно именуемые в настоящем Прогнозе Запланированным энергетическим сценарием (PES), подразумевают почти двукратное увеличение ежегодных инвестиций в энергетику, которые в 2019 г. составили 2,1 трлн долл. США. Значительные инвестиции будут направлены на модернизацию стареющей инфраструктуры и удовлетворение растущего спроса на энергию. Но структура финансирования технологий в рамках Стратегии по ограничению глобального потепления до 1,5 °С сильно отличается от текущих планов: с настоящего момента и до 2050 г. необходимо будет перенаправить 24 трлн долл. США запланированных инвестиций от ископаемых видов топлива в технологии энергетического перехода.

Структуры финансирования в рамках Стратегии по ограничению глобального потепления до 1,5 °С заметно отличаются источниками капитала (государственные и частные) и типами капитала (собственный и долговой). В 2019 году частные источники финансировали энергетические активы на 1,6 трлн долл. США, что составило 80% общих инвестиций в энергетическую отрасль. Эта доля значительно вырастет при реализации Стратегии по ограничению глобального потепления до 1,5 °С. Доля долгового капитала должна вырасти с 44% в 2019 г. до 57% в 2050 г., почти на 20% больше, чем в случае с PES (см. рис. S.6). Технологическим энергетического перехода должно становиться всё проще получать доступное долгосрочное кредитное финансирование, в то время как частные инвесторы будут всё чаще избегать активы, связанные с глобальным потеплением, и поэтому такие активы будут вынуждены полагаться на долевое финансирование за счёт нераспределённого дохода и новых выпусков акций. Более децентрализованные, капиталоемкие проекты влияют на восприятие рисков инвесторами, для которых, в свою очередь, может потребоваться целевая политика и интервенции на фондовом рынке.

Для стимулирования частного финансирования и обеспечения справедливой и всесторонней реализации энергетического перехода необходимо увеличить государственное финансирование почти в два раза. Государственное финансирование играет важнейшую роль в содействии энергетическому переходу, поскольку сами по себе рынки вряд ли будут двигаться достаточно быстро в требуемом направлении. В 2019 году государственным сектором было предоставлено около 450 млрд долл. США в виде публичного капитала и кредитов от организаций по финансированию развития. В рамках Стратегии по ограничению глобального потепления до 1,5 °С такие инвестиции вырастут до примерно 780 млрд долл. США. Государственное кредитное финансирование станет важным фактором для стимулирования других кредиторов, особенно на развивающихся рынках с высокими реальными или воспринимаемыми рисками. В некоторых случаях такие меры могут включать в себя субсидии для снижения стоимости финансирования. Государственные средства также необходимы для создания благоприятной обстановки для перехода и обеспечения его достаточных темпов и оптимальных социально-экономических результатов.

РИСУНОК S.6 Общий средний ежегодный объём инвестиций с учётом источников и типов финансирования: 2019 г., PES и Стратегия по ограничению глобального потепления до 1,5 °C (2021-2030 гг. и 2031-2050 гг.)



Источники: Касательно инвестиций в 2019 г.: источник и тип финансирования BNEF (2021a), МЭА (2020a), IRENA и CPI (2020); для PES и Стратегии по ограничению глобального потепления до 1,5 °C: анализ IRENA и BCG.

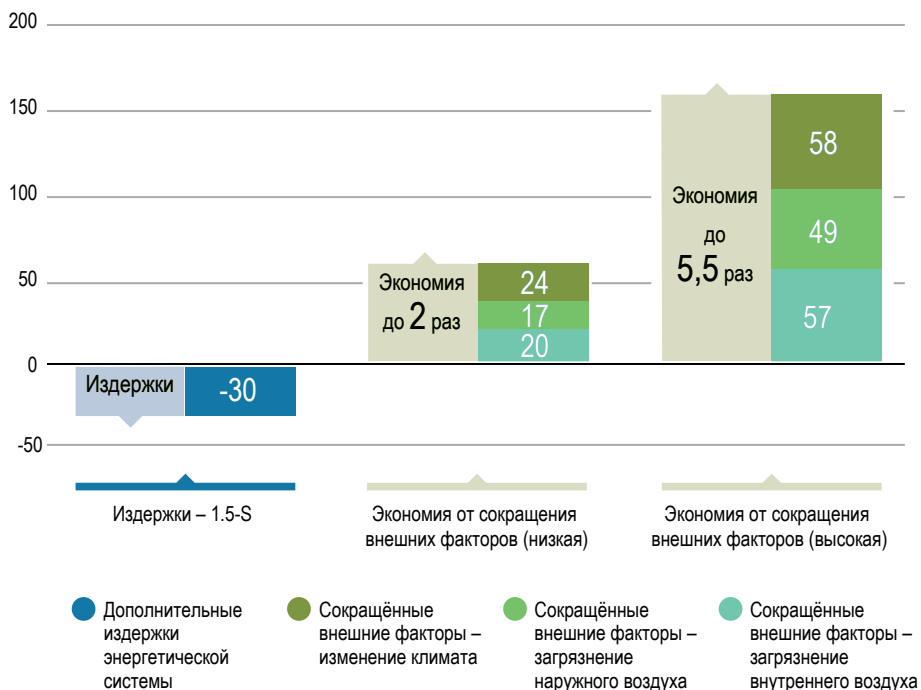
Меры по устранению рыночных перекосов в пользу ископаемых видов топлива, используемые совместно со льготами для решений в области энергетического перехода, будут способствовать необходимым изменениям в структурах финансирования. Такой подход должен включать поэтапную отмену субсидий на ископаемые виды топлива и изменение налоговых систем, отражая негативные экологические, медицинские и социальные последствия использования такого топлива. Денежная и налоговая политика, в том числе политика в отношении установления тарифов за выбросы углерода, повысит конкурентоспособность решений, связанных с энергетическим переходом. Такие интервенции должны сопровождаться тщательной оценкой социальных аспектов и аспектов справедливости для того, чтобы положение населения с низкими доходами не ухудшалось, а улучшалось.

Социально-экономическое влияние энергетического перехода

Инвестиции в Стратегию по ограничению глобального потепления до 1,5 °С обеспечат общую окупаемость, составляющую не менее 61 трлн долл. США к 2050 г. Общий баланс энергетического перехода является положительным, при этом преимущества значительно превышают издержки. Издержки на снижение выбросов варьируются в зависимости от технологии и отрасли, но дополнительные издержки значительно ниже, чем экономия, достигаемая урезанием внешних издержек. Согласно расчётам IRENA в рамках Стратегии по ограничению глобального потепления до 1,5 °С, каждый доллар США, потраченный на энергетический переход, должен принести преимущества от сокращения влияния внешних факторов на здоровье людей и состояние окружающей среды, оцениваемые в диапазоне от 2 до 5,5 долл. США. В целом, дополнительные затраты в размере 30 трлн долл. США, предусмотренные Стратегией по ограничению глобального потепления до 1,5 °С на период до 2050 г., обеспечат окупаемость от 61 до 164 трлн долл. США.

РИСУНОК S.7 Совокупная разница между издержками и экономией Стратегии по ограничению глобального потепления до 1,5 °С по сравнению с PES, 2021-2050 гг.

трлн долл. США 2015 г.



Энергетический переход далеко не ограничивается технологиями и приносит крупные структурные изменения, которые оказывают значительное влияние на экономику и общество. Агентство IRENA продолжает предоставлять все более всеобъемлющее описание социально-экономического влияния энергетического перехода. Результаты, представленные в настоящем *Прогнозе*, демонстрируют, что шаги, предпринимаемые в направлении декарбонизованного энергетического будущего, положительно повлияют на экономическую деятельность, рабочие места и благосостояние при условии принятия целостной рамочной концепции. В рамках данного анализа существующие инструменты политики стран дополняются инструментами политики в области защиты климата для обеспечения целевых показателей энергетического перехода с учётом проблем распределения для достижения справедливых и инклюзивных результатов.

Стратегия по ограничению глобального потепления до 1,5 °C обеспечивает рост ВВП на протяжении следующего десятилетия, который на 2,4% выше (в среднем), чем рост, обеспечиваемый PES, с учётом восстановления после пандемии COVID. В переходный период до 2050 г. средний дополнительный рост ВВП оценивается в 1,2% по сравнению с PES. Дополнительный рост ВВП будет подстёгиваться инвестициями в различных сферах энергетического перехода, обеспечивая множественные корректировки во взаимосвязанных отраслях экономики. Пониженный спрос на ископаемые виды топлива приводит к снижению доходов в горнодобывающей и топливперерабатывающей отраслях, а также доходов государств (из-за снижения роялти на ископаемые виды топлива), что оказывает отрицательное влияние на ВВП в некоторых странах. Эта реальность подчёркивает необходимость целостной рамочной концепции, направленной на структурные изменения, вызванные уменьшением зависимости от ископаемых видов топлива.

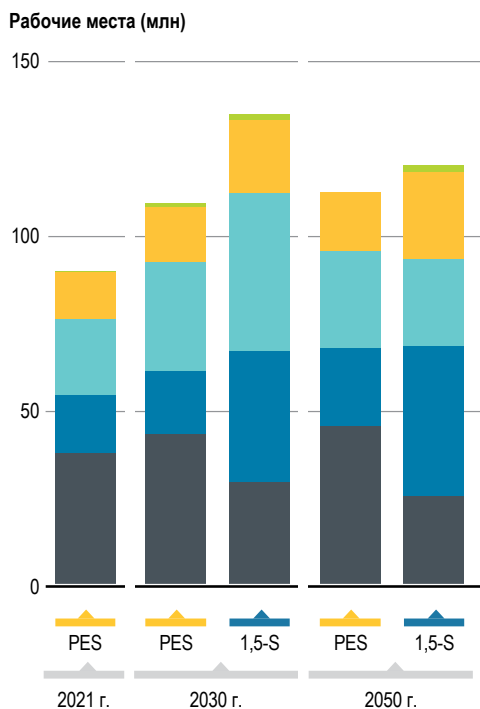
В переходный период при реализации Стратегии по ограничению глобального потепления до 1,5 °C занятость в масштабах всей экономики в среднем на 0,9% выше, чем при PES. Одно из основных положительных воздействий на занятость является результатом инвестиций в решения энергетического перехода, в том числе в возобновляемые источники энергии, усиление сетей и энергоэффективность. Перевод инвестиций с ископаемых видов топлива (добычи и выработки электроэнергии) и других отраслей в направлении энергетического перехода снижает потребность в рабочей силе в отрасли ископаемых видов топлива и неэнергетических отраслях и их производственно-сбытовых цепочках.



ПРОГНОЗ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

В 2050 году в трансформированной энергетической отрасли будет 122 миллиона рабочих мест. Согласно амбициозной Стратегии по ограничению глобального потепления до 1,5 °С, квалификация, навыки и профессии будут всё больше концентрироваться в производстве, с поставками топлива на втором месте. Обучение таким профессиям относительно простое и обеспечивает возможности для работников из отрасли ископаемых видов топлива. Требования к образованию рабочей силы меняются по мере перехода, постоянно растёт доля и количество работников с базовым образованием и пиком работников с высшим образованием к 2030 году.

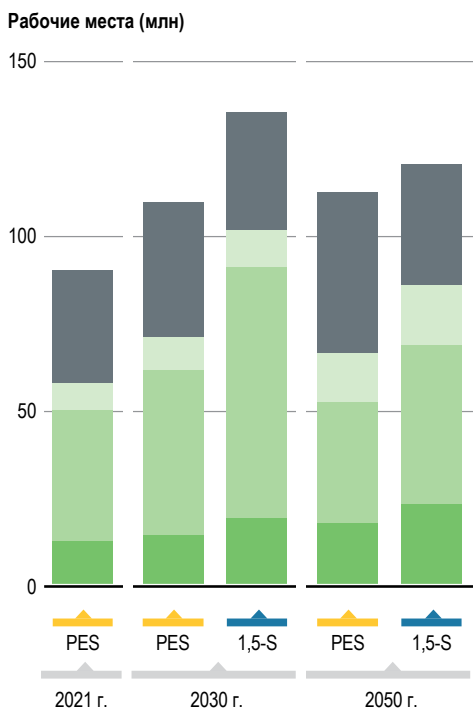
РИСУНОК S.8 Занятость в энергетической отрасли с разбивкой по технологиям при реализации PES и Стратегии по ограничению глобального потепления до 1,5 °С (млн), глобальные результаты



- Водород
- Электросети и энергетическая гибкость
- Энергоэффективность и тепловые насосы
- Возобновляемые источники энергии
- Ископаемые виды топлива
- Атомная энергия

На основании анализа агентства IRENA.

РИСУНОК S.9 Занятость в энергетической отрасли с разбивкой по сегментам производственно-сбытовой цепочки при реализации Стратегии по ограничению глобального потепления до 1,5 °С и PES (за исключением транспортных средств)



- Поставка топлива
- Эксплуатация и техническое обслуживание
- Производство
- Строительство и монтаж

На основании анализа агентства IRENA.

В 2050 году количество рабочих мест в возобновляемой энергетике вырастет до 43 миллионов. Согласно PES, количество рабочих мест в возобновляемой энергетике увеличится на 9% со значений 2021 г. и достигнет 18 миллионов к 2030 г. и 23 миллионов к 2050 г. Для сравнения, Стратегия по ограничению глобального потепления до 1,5 °C приносит гораздо большую выгоду к 2030 г., обеспечивая более чем трёхкратный рост рабочих мест в возобновляемой энергетике до 38 миллионов в ближайшее десятилетие. Фотоэлектрические солнечные системы (PV) обеспечивают самую большую долю, и за ними следуют биоэнергетика, ветровая энергетика и гидроэнергетика. В ближайшее десятилетие строительство, монтаж и изготовление обеспечат значительный рост рабочих мест в отрасли возобновляемой энергетики, при этом эксплуатация и техническое обслуживание также обеспечат рост рабочих мест в ходе энергетического перехода при реализации Стратегии по ограничению глобального потепления до 1,5 °C.

РИСУНОК S.10 Занятость в отрасли возобновляемой энергетики с разбивкой по технологиям при реализации Стратегии по ограничению глобального потепления до 1,5 °C и PES (млн)

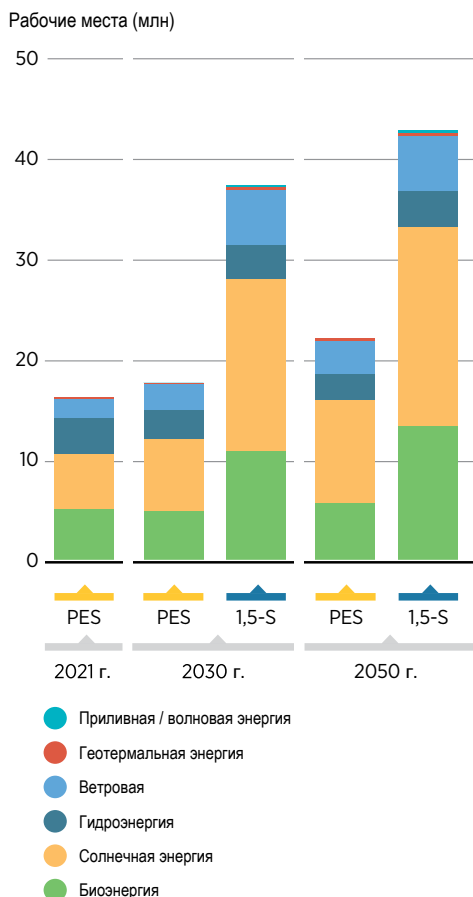
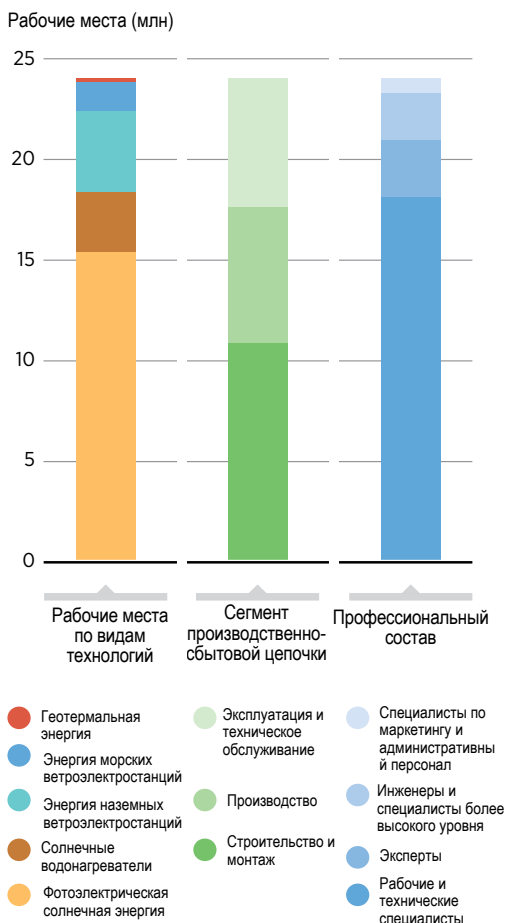


РИСУНОК S.11 Структура занятости при реализации Стратегии по ограничению глобального потепления до 1,5 °C к 2050 г. для подгруппы технологий возобновляемой энергетики с разбивкой по технологиям, сегментам производственно-сбытовой цепочки и требованиям к профессиональной деятельности



На основании анализа агентства IRENA.

Индекс благосостояния при энергетическом переходе агентства IRENA охватывает экономические, социальные, экологические аспекты, аспекты распределения и доступа к энергии. Впервые данный индекс учитывает аспекты распределения и доступа к энергии, которые обычно не затрагиваются в других аналитических подходах. Измерение воздействия перехода по всем этим аспектам позволяет получить количественную основу для планов действий, разработанных для обеспечения всех социально-экономических и экологических преимуществ от энергетического перехода.

РИСУНОК S.12 Структура индекса благосостояния при энергетическом переходе IRENA



Стратегия по ограничению глобального потепления до 1,5 °С демонстрирует большую эффективность, чем PES, в отношении всех аспектов благосостояния, обеспечивая к 2050 г. улучшение в 11% по сравнению с PES.

- **Экономический аспект** аналогичен в обоих сценариях, отражая относительно небольшую долю энергетической отрасли в общей мировой экономике и объёме рабочей силы.
- **Экологический аспект** демонстрирует улучшение на 30% по сравнению с PES благодаря значительно меньшим выбросам в Стратегии по ограничению глобального потепления до 1,5 °С, хотя увеличенное потребление материалов представляет проблему для экологии.
- **Социальный аспект** демонстрирует улучшение на 23% в рамках Стратегии по ограничению глобального потепления до 1,5 °С, в основном благодаря улучшению последствий для здоровья вследствие уменьшения загрязнения наружного и внутреннего воздуха. Расходы на социальные нужды играют гораздо меньшую роль.
- **Аспект распределения** демонстрирует улучшение на 37% по сравнению с PES; тем не менее, этот индекс остаётся низким в абсолютных значениях, указывая на потенциальные препятствия для обеспечения справедливости. В действительности, как социальный аспект, так и аспект распределения снижают общий индекс благосостояния при энергетическом переходе – и данные обстоятельства требуют большего внимания с точки зрения применения политики.
- **Аспект доступа к энергии** демонстрирует рост на 7% при реализации Стратегии по ограничению глобального потепления до 1,5 °С по сравнению с PES, поскольку достигаются универсальный доступ к энергии и уровни достаточности.

Социально-экономическое воздействие варьируется на уровне регионов и стран. Мировые совокупные показатели скрывают важные различия в том, как энергетический переход влияет на регионы и страны и как распределяются преимущества. Ясно, что планы действий по энергетическому переходу и их социально-экономические последствия тесно связаны с рамочными концепциями, и такие связи становятся всё прочнее по мере согласования амбиций со Стратегией по ограничению глобального потепления до 1,5 °С. Для обеспечения равномерного распределения преимуществ и трудностей энергетического перехода участие правительств должно сопровождаться международным сотрудничеством.

ТАБЛИЦА S.2 Обзор структурного изменения и справедливой политики при энергетическом переходе

ЦЕЛЬ	РЕКОМЕНДАЦИИ
Рассмотрение потенциальных перекосов на рынках труда	Обеспечение справедливого и честного перехода потребует принятия мер для преодоления временных, географических дисбалансов и дисбалансов, связанных с навыками.
Развитие местных производственно-бытовых цепочек	Усиление и эффективное использование возможностей внутри страны требует применения тщательно проработанных стимулов и правил, инициатив по бизнес-инкубации, программ развития поставщиков, поддержки малых и средних предприятий и продвижения ключевых промышленных центров.
Предоставление возможностей в сфере обучения и наращивание потенциала	Раннее информирование о темах, связанных с возобновляемой энергетикой, и карьерных возможностях является крайне важным для привлечения интереса молодых людей к карьерному росту в данной отрасли, а также для повышения общественного признания информированным населением.
Поддержка безотходной экономики	Для обеспечения устойчивости решений, связанных с энергетическим переходом, и их плавной интеграции в существующие экосистемы с точки зрения экологической устойчивости, принципов безотходной экономики и уменьшения воздействия на окружающую среду требуются инструменты политики и соответствующие меры.
Поддержка сообществ и вовлечение граждан	Энергетика на уровне сообществ может играть важную роль в ускорении внедрения возобновляемых источников энергии, при этом обеспечивая местные социально-экономические преимущества и увеличивая общественную поддержку для выполнения локального энергетического перехода.

Всеобъемлющая рамочная концепция для энергетического перехода

Меры политики и инвестиции в энергетический переход могут обеспечить более широкий структурный сдвиг в сторону устойчивости экономики и общества. Для обеспечения полного понимания влияния перехода и его своевременности и справедливости энергетическую отрасль необходимо рассматривать как неотъемлемую часть экономики в более широком плане. Исходные условия, социально-экономические приоритеты и ресурсы различаются по регионам и странам, все они влияют на предмет и скорость их энергетического перехода. Энергетический переход запускает структурные изменения, которые приносят преимущества и проблемы, при этом такие проблемы возникают в виде перекосов в финансовой отрасли, на рынках труда, в электроэнергетических системах и самой энергетической отрасли. При неумелом управлении данные перекосы могут привести к несправедливым результатам и замедлению энергетического перехода. Наиважнейшим условием полной реализации потенциала энергетического перехода является справедливая и комплексная политика, реализуемая крепкими институтами.

Крайне важной частью мирового энергетического перехода является международное сотрудничество. Для объединения стран с целью принятия обязательств по справедливому переходу, который не даёт никому отстать и усиливает международный поток финансирования, мощностей и технологий, требуется целостная общемировая рамочная концепция. Крайне важным элементом такой рамочной концепции являются инструменты политики в области защиты климата. Другие меры должны включать в себя налоговую политику (например, адекватные тарифы на выбросы углерода, охватывающие выбросы в различных отраслях) и государственное финансирование с целью реализации политики по содействию развёртыванию, созданию благоприятных условий и обеспечению справедливого и стабильного перехода. Элементы последнего требования включают в себя промышленное развитие, образование и обучение, а также социальную защиту. На внутреннем рынке не всегда будут доступны необходимые финансовые ресурсы. Для обеспечения такой поддержки, особенно для наименее развитых стран и малых островных развивающихся государств, потребуется международное сотрудничество.

РИСУНОК S.13 Стимулирующие рамочные концепции для справедливого и инклюзивного энергетического перехода

