



# REthinking Energy

Новый взгляд на энергетику

## КРАТКИЙ ОБЗОР

Усиление взаимозависимости между экономикой, демографическими показателями, изменением климата и научно-техническим прогрессом запустило процесс непрерывного преобразования глобальной энергетической системы.

Увеличение численности населения наряду со все более значительной его концентрацией в городах и повышением уровня жизни привело к резкому повышению спроса на услуги в сфере энергетики. С другой стороны, растущее осознание опасности изменения климата подтолкнуло людей и правительства во всем мире к поиску таких способов выработки энергии, которые бы обеспечивали минимизацию выбросов парниковых газов и других факторов воздействия на окружающую среду.

Быстрый научно-технический прогресс в сочетании со снижением затрат, более четким осознанием финансовых рисков и более глубокой оценкой преимуществ приводит к тому, что возобновляемые источники энергии пользуются все большим успехом. Глобальная дорожная карта REmap 2030, разработанная Международным агентством по возобновляемым источникам энергии (IRENA), демонстрирует, что возобновляемые источники энергии могут не просто удовлетворить растущий мировой спрос, но и сделать это с гораздо меньшими затратами, при этом способствуя ограничению глобального потепления величиной в 2 градуса Цельсия, которая приводится во многочисленных источниках как критическая точка изменения климата.

Технология, некогда считавшаяся нишевым решением, становится массовой. Единственное, о чем невозможно в настоящий момент говорить с уверенностью, — срок, который займет этот переход, и то, насколько хорошо лица, ответственные за проведение государственной политики, справятся с изменениями.

Грядущие преобразования затронут все аспекты общественного строя. В новой серии публикаций IRENA *REthinking Energy* будет рассмотрено, как происходит финансирование, производство, распределение и потребление энергии из возобновляемых источников, а также описано ее влияние на взаимоотношения между странами, юридическими и физическими лицами.

В центре внимания первого выпуска — электроэнергетика. В нем речь идет о тенденциях, стимулирующих изменения в энергетическом секторе, о том, как развиваются технологии, кто их финансирует, и какие обширные преимущества принесет их использование. В заключение рассматривается, как могла бы выглядеть энергосистема, основанная на использовании возобновляемых источников энергии, и как лица, ответственные за проведение государственной политики, могут способствовать преобразованию энергетической системы.

## Причина преобразования мира энергетики

В основе преобразования энергетики лежат спрос, задача повышения энергетической безопасности и приоритет обеспечения устойчивого развития в будущем.

За последние 40 лет население Земли увеличилось с 4 до 7 млрд человек. Увеличивается доля среднего класса и городских жителей. За тот же период выработка электроэнергии возросла более чем на 250%.

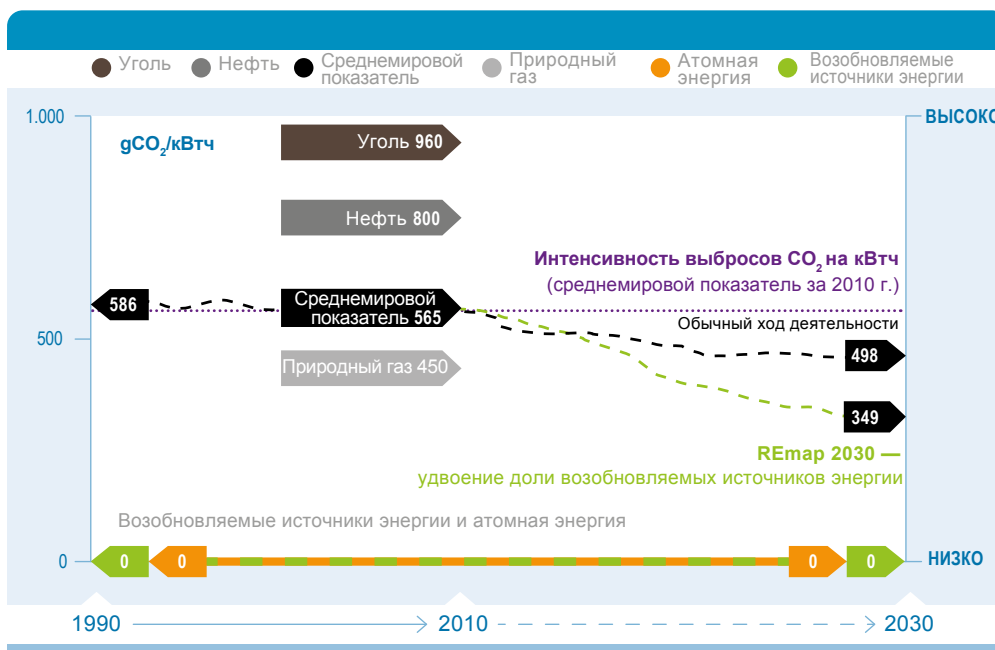
Этот рост будет продолжаться. В 2030 г. население Земли будет насчитывать более 8 млрд человек, из которых 5 млрд будут проживать в городских агломерациях. Ожидается, что расходы среднего класса в мировом масштабе увеличатся более чем в два раза, с 21 трлн долл. США в 2010 г. до 56 трлн в 2030 г. Согласно прогнозам, мировое производство электроэнергии увеличится на 70%, с 22 126 тераватт-часов (ТВт·ч) в 2011 г. до 37 000 в 2030 г.

Но эта энергия достанется нам дорогой ценой. Растет всеобщее понимание угрозы изменений климата, вызванных увеличением концентрации парниковых газов в атмосфере, что побуждает весь мир объединять усилия для снижения выбросов.

Если коммерческая деятельность будет осуществляться старыми методами, эти усилия окажутся тщетными. За последние 20 лет средняя интенсивность выбросов при производстве электроэнергии почти не изменилась. Выгоды от все более широкого внедрения возобновляемых источников энергии и использования ископаемых видов топлива с более низким уровнем выбросов, таких как природный газ, была сведена к нулю работой менее эффективных электростанций и увеличением использования угля. Без существенного увеличения доли возобновляемых источников энергии в энергосистеме смягчение последствий изменения климата будет оставаться труднодостижимой целью.

Согласно REmap 2030 в случае реализации действующих на сегодняшний день принципов и национальных планов (при инерционном сценарии развития) средний показатель выбросов углекислого газа (CO<sub>2</sub>) до 2030 г. снизится только до 498 г/кВт·ч. Этого недостаточно для поддержания содержания CO<sub>2</sub> в атмосфере ниже уровня 450 частиц на миллион (ppm), превышение которого, как ожидается, приведет к серьезным изменениям климата. Увеличение доли возобновляемых источников энергии в два раза могло бы помочь смягчить последствия изменения климата за счет снижения среднемирового показателя выбросов CO<sub>2</sub> до 349 г/кВт·ч, что равнозначно снижению интенсивности на 40% по сравнению с 1990 г., как видно на рис. ниже.

### Интенсивность выбросов CO<sub>2</sub> на кВт·ч (прогноз на 2030 г.)



Источник: Международное энергетическое агентство (2010) и IRENA (2014a)

Повышенную обеспокоенность вызывает и проблема непосредственного влияния сжигания ископаемых видов топлива на здоровье людей, с которой сталкиваются быстро развивающиеся страны. Наблюдается быстрое снижение качества воздуха одновременно с резким увеличением уровня заболеваемости респираторными заболеваниями. Недавно в Управлении по охране окружающей среды США подсчитали, что ухудшение состояния

здоровья, вызванное ископаемыми видами топлива, в масштабах страны ежегодно обходится в сумму от 362 до 887 млрд долл. США. Согласно оценкам Альянса по здравоохранению и окружающей среде ЕС выбросы угольных электростанций обходятся гражданам ЕС затратами на здравоохранение на сумму до 42,8 млрд евро в год. Локализованные катастрофы, такие как утечка нефти в результате возгорания нефтяной платформы Deepwater Horizon в США или авария на АЭС «Фукусима» в Японии, становятся новостями мирового масштаба, наталкивающими на глубокомысленные выводы. Правительства приняли их к сведению. За счет снижения импорта энергоресурсов страны стремятся к большей энергетической независимости, освобождаясь от возможных нарушений поставок (например, в случае конфликтов или стихийных бедствий), высоких цен на энергоресурсы и колебания цен. При этом растет необходимость обеспечить электричеством 1,3 млрд людей, которые на данный момент не имеют к нему доступа. Многие из них проживают в удаленных районах, где в настоящее время традиционные крупные электростанции и системы передачи электроэнергии не стали решением этого вопроса. Кроме того, 2,6 млрд людей вынуждены использовать традиционную биомассу и готовить пищу в традиционных печах, что оказывает серьезное негативное влияние на их здоровье.

Эти тенденции приводят к широко распространенному убеждению, что необходимо что-то менять. Ископаемые виды топлива были основными источниками энергии во время первой промышленной революции, но даже в новую эпоху сланцевой нефти и газа остаются вопросы относительно их совместимости с долгосрочным благосостоянием человека. Обеспечена основа для начала эпохи современных возобновляемых источников энергии, которые обладают конкурентоспособными ценами, широко распространены и способствуют устойчивому развитию.

## Стоимость энергии из возобновляемых источников резко снижается по мере увеличения их использования

Крупная гидроэнергетика, а также геотермальная и биоэнергетика уже являются конкурентоспособными на протяжении некоторого времени, тогда как ветровая и солнечная энергетика на протяжении многих лет боролись за возможность конкурировать с угольной, нефтяной и газовой отраслями. Однако за последнее десятилетие и в особенности за последние пять лет данная ситуация резко изменилась.

Технологии возобновляемой энергетики стали надежнее и эффективнее, они все в большей мере способны обеспечивать выработку электроэнергии даже в неблагоприятных условиях, например при низкой скорости ветра и низком уровне солнечной радиации. Быстрыми темпами совершенствуются технологии накопления и хранения энергии. В условиях наличия государственной поддержки возобновляемой энергетики в Европе и США, а также мощного энергетического потенциала таких государств, как Китай, стоимость возобновляемой энергии резко упала. Эти тенденции проиллюстрированы на представленном ниже графике, где изображена полная приведенная стоимость электроэнергии (LCOE), вырабатываемой различными видами объектов энергоснабжения и автономных энергосистем.

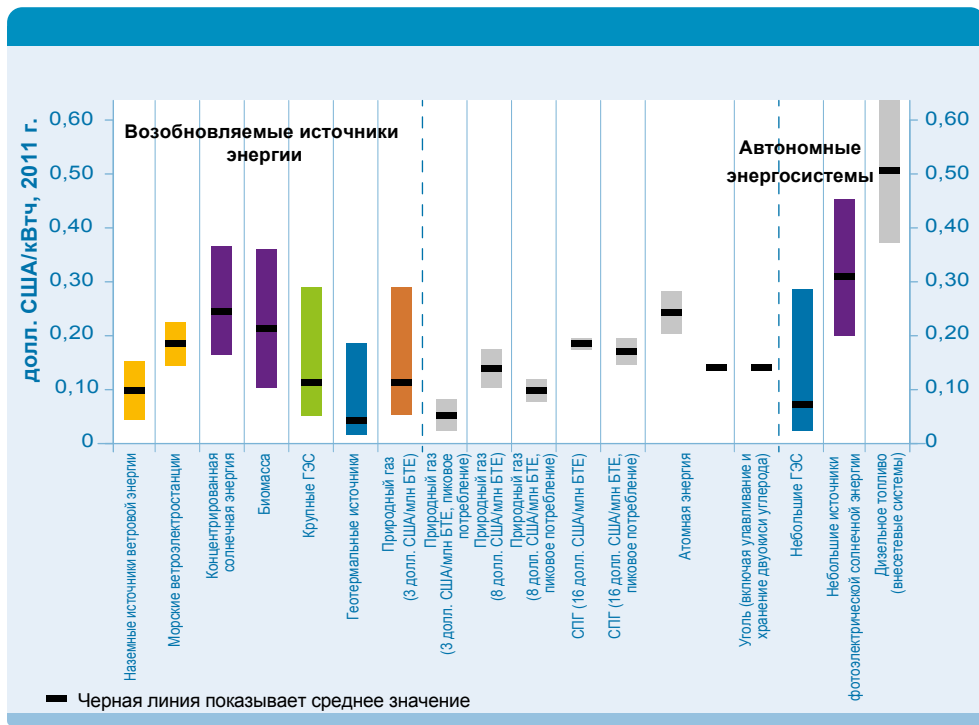
Цены на фотоэлектрические системы (PV) с 2008 г. снизились на 80%, и ожидается их дальнейшее снижение. В 2013 г. энергия, произведенная на коммерческих солнечных электростанциях достигла сетевого паритета в Италии, Германии и Испании. Вскоре то же самое произойдет в Мексике и во Франции. Все чаще фотоэлектрическая солнечная энергия оказывается конкурентоспособной без субсидирования. Например, ожидается, что электроэнергия от новой солнечной электростанции мощностью 70 мегаватт (МВт), строящейся в Чили, будет продаваться на внутреннем спотовом рынке, непосредственно конкурируя с электроэнергией, производимой с использованием ископаемых видов топлива. Стоимость электроэнергии, вырабатываемой наземными ветровыми электростанциями,

с 2009 г. снизилась на 18%, при этом стоимость турбин с 2008 г. снизилась приблизительно на 30%, что делает ее самым дешевым источником для производства электроэнергии на целом ряде рынков, число которых стабильно растет. В настоящее время более 100 стран используют ветровую электроэнергию. Также ожидается увеличение объемов выработки электроэнергии морскими ветроэлектростанциями по причине снижения ее себестоимости. На этом рынке ведущую позицию занимает Великобритания с общей установленной мощностью в размере 4,2 гигаватта (ГВт) по состоянию на середину 2014 г.

Эти и другие изменения делают возобновляемые источники энергии еще привлекательнее на все большем числе рынков. В 2013 г. суммарная установленная мощность новых объектов возобновляемой энергетики, впервые была выше в странах, не являющихся членами Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР). В 2013 г. Китай ввел в эксплуатацию фотоэлектрические солнечные и ветровые электростанции с общей установленной мощностью в 27,4 ГВт. Это приблизительно в четыре раза больше, чем Япония, занимающая второе место.

За последние 10 лет общемировая установленная мощность электростанций, работающих на основе возобновляемых источников энергии, выросла на 85%, достигнув в 2013 г. показателя в 1700 ГВт. На сегодняшний день возобновляемые источники энергии составляют 30% суммарной установленной мощности электростанций в мире. Теперь вопрос не в том, может ли возобновляемая энергия обеспечить современный образ жизни при приемлемых затратах (так как нам уже известно, что может), а в том, как наилучшим образом финансировать и ускорить ее внедрение.

Полная приведенная стоимость электроэнергии (LCOE), вырабатываемой объектами энергоснабжения и автономными энергосистемами в странах ОЭСР (диапазоны изменения и средние значения)



Источник: база данных ассоциации IRENA Costing Alliance по технологиям возобновляемой энергетики и база данных PwC по технологиям невозобновляемой энергетики.

## Финансирование возобновляемых источников энергии становится дешевле и проще

Возобновляемая энергия конкурентоспособна, исходя из ее себестоимости за один киловатт-час. Так как большинство технологий использования возобновляемых источников энергии имеет достаточно высокое соотношение первоначальных затрат к операционным, их жизнеспособность особо чувствительна к стоимости капитала. Вот почему государственная финансовая поддержка всегда была крайне важна для стимулирования развития возобновляемых источников энергии. Но по мере увеличения конкурентоспособности технологий и усиления давления на бюджеты правительства оказывали все меньшую поддержку.

Хорошая новость в том, что эта сфера становится все более привлекательной для частных инвесторов. С приобретением опыта проектные компании научились эффективнее прогнозировать движение денежных средств, а финансисты — с большей точностью оценивать риск. Стоимость капитала снижается, а продукция специально разрабатывается для широкого ряда инвесторов: от небольших сообществ до крупных организаций. Для привлечения капитала можно использовать также программы краудфандинга, особенно в развивающихся странах, где стоимость капитала традиционно является высокой. На рисунке ниже продемонстрировано, как изменяются источники инвестирования возобновляемой энергетики с увеличением уровня развития технологий и рынков.

Как видно, заинтересованность начинают проявлять институциональные инвесторы. Они все больше принимают во внимание риск, связанный также с ископаемыми видами топлива, а чтобы стимулировать этих инвесторов вкладывать средства в возобновляемые источники энергии, создаются низкорисковые инструменты с крайне малым риском. Частные проектные компании-первопроходцы в этой отрасли привлекли 11 млрд долл. США в 2013 г., что представляет собой увеличение на 200% за 12 месяцев.

Рост инвестиций на различных этапах развития технологий и рынка



Крупные неэнергетические корпорации также включаются в процесс. Например, 37% всей потребляемой компанией IKEA энергии в настоящее время обеспечивается ветровыми турбинами и солнечными панелями, а корпорация Google инвестировала свыше 1,4 млрд долл. США в ветровую и солнечную энергетику, в большинстве случаев из-за привлекательного уровня рентабельности инвестиционных проектов в этой области.

Но этих положительных тенденций еще недостаточно. Общая сумма инвестиций в возобновляемые источники энергии выросла с 40 млрд долл. США в 2004 г. до 214 млрд долл. США в 2013 г. (без учета крупных ГЭС). Эта сумма немного не дотягивает до 550 млрд долл. США, необходимых ежегодно до 2030 г., чтобы удвоить общемировую долю возобновляемых источников энергии и предотвратить катастрофическое изменение климата.

Важную роль здесь играют лица, ответственные за проведение государственной политики. Если они дадут понять, что большая часть в их государственной структуре энергетики будет отведена возобновляемым источникам энергии, и задействуют долгосрочные нефинансовые механизмы поддержки, то смогут уменьшить неопределенность и привлечь больше инвесторов. На развивающихся рынках государственное финансирование сохранит свою значимость по мере развития национальных структур для поддержки внедрения возобновляемых источников энергии. В этом контексте международное сотрудничество и финансовые потоки играют все более важную роль. С повышением конкурентоспособности финансовая поддержка может быть постепенно и предсказуемо снижена, уступив место совершенствованию электрических сетей, образованию и промышленным стандартам, которые укрепляют рынок в целом.

Традиционным энергосистемам также предоставляется возможность увеличить свою эффективность. По мере адаптации бизнес-моделей к меняющимся рыночным условиям совместные проекты крупных объектов энергообеспечения, небольших проектных компаний и клиентов могли бы стать шагом вперед.

## Возобновляемые источники энергии: широкие преимущества

Все больше фактов свидетельствуют о том, что возобновляемые источники энергии оказывают далеко идущее воздействие на общество, одновременно способствуя достижению экономических, социальных и экологических целей. Их стоимость и преимущества лучше всего можно понять в рамках комплексной стратегии по стимулированию экономического процветания, благополучия и здоровой среды, выйдя за рамки традиционных политических взглядов.

Возобновляемые источники энергии хорошо влияют на экономику страны. Результаты недавнего японского исследования, посвященного изучению цели по увеличению возобновляемых источников энергии на 14%—16% до 2030 г., показали, что экономические выгоды в 2—3 раза превышают расходы, включая экономию на импорте ископаемых видов топлива, уменьшение выбросов CO<sub>2</sub> и далеко идущий экономический эффект. Благодаря использованию возобновляемых источников энергии Испания смогла снизить импорт ископаемых видов топлива на 2,8 млрд долл. США в 2010 г., а Германия сэкономила в 2012 г. 13,5 млрд долл. США. Для стран, экспортирующих ископаемые виды топлива, использование возобновляемых источников энергии внутри страны позволит высвободить больше ресурсов для продажи за границу.

Преимущества ощущаются на протяжении всей производственно-сбытовой цепочки, так как возобновляемые источники энергии стимулируют внутреннюю экономическую активность и создают возможности для трудоустройства. Благодаря им в 2013 г. было создано 6,5 млн прямых и сопутствующих рабочих мест, в том числе 2,6 млн рабочих мест в Китае, как показано на рисунке ниже.

Возобновляемые источники энергии могут также обеспечить электроэнергией людей, которые в настоящее время не имеют доступа к электросетям, способствуя достижению

производственных целей, развитию образования, обеспечивая доступ к современным средствам связи и множество других новых возможностей.

Экологические преимущества не менее убедительны как на местном, так и на мировом уровнях. Использование большинства возобновляемых источников энергии не приводит к истощению ограниченных ресурсов (хотя может существовать потребность в воде для очистки и охлаждения, что представляет проблему в полусушливых странах). Возобновляемые источники энергии также снижают риск экологических катастроф.

Что самое главное, они являются способом сокращения выбросов парниковых газов — основной причины глобального потепления. На одну только электроэнергию сегодня приходится свыше 40% выбросов CO<sub>2</sub>, вызванных деятельностью человека. Технологии солнечной, ветровой, атомной, гидроэлектрической, геотермальной и биоэнергетики в течение всего периода эксплуатации оказываются в 10—120 раз менее углеродоемкими, чем технологии с применением самого чистого из ископаемых видов топлива (природного газа), и при их использовании для электрогенерации выбросы углекислого газа в 250 раз ниже, чем в случае использования угля. Согласно дорожной карте REmap 2030 удвоение доли возобновляемых источников энергии в энергосистеме наряду с увеличением энергоэффективности может обеспечить ограничение концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере на уровне ниже 450 частей на миллион (ppm), превышение которого приведет к катастрофическому изменению климата.

### Привлечение трудового капитала в сфере возобновляемых источников энергии в зависимости от технологии



Источник: IRENA (2014e)



## Новая промышленная парадигма?

По мере роста доли возобновляемых источников энергии структура промышленности, а также характер и роль производителей электроэнергии претерпевают изменения. Сектор, в котором когда-то доминировали крупные объекты энергообеспечения, становится более децентрализованным, разнообразным и рассредоточенным. В Германии почти половина всего рынка возобновляемой энергетики сейчас находится под контролем домохозяйств и фермеров, и только 12% активов возобновляемой энергетики являются собственностью непосредственно объектов энергоснабжения.

Возрастает значимость новых технологий накопления и хранения энергии, а также интеллектуальных технологий для обеспечения эффективного управления спросом на электроэнергию, что приводит к созданию полностью новой вспомогательной отрасли интеллектуальных устройств. На многих развивающихся рынках возобновляемые источники уже представляют собой самый экономный источник энергии для внесетевых и мини-сетевых систем. Как и в случае с переходом от фиксированной телефонной связи к мобильным телефонам, у многих стран есть возможность быстро перепрыгнуть этап развития фиксированной сети, перейдя к гибкой системе использования нескольких взаимосвязанных мини-электросетей.

Эти и другие тенденции требуют изменения понимания перспектив развития энергетики, перехода от системы, в которой доминируют несколько централизованных энергетических компаний, к разнообразной рассредоточенной системе, в которой потребители одновременно являются производителями, что обеспечивает значительное увеличение их контроля за тем, как и когда они используют энергию.

Лица, ответственные за проведение государственной политики, могут сделать многое, чтобы стимулировать воплощение этой концепции или препятствовать ей. Инвесторам в области возобновляемой энергетики необходима стабильная и прогнозируемая политическая среда в которой существует понимание преимуществ возобновляемой энергетики на уровне системы. Им нужны равные условия, что в том числе подразумевает сокращение существенных субсидий, которые в настоящее время выделяются в отношении ископаемых видов топлива по всему миру. Для них также необходима подходящая сетевая инфраструктура и более тесные региональные взаимосвязи, чтобы иметь возможность пользоваться синергией между различными формами возобновляемой энергии.

Переосмысление вопросов энергетики означает, что лицам, ответственным за проведение государственной политики, необходимо рассмотреть преимущества возобновляемых источников энергии в целом, устанавливая связи между ранее, казалось бы, не связанными между собой сферами, такими как здравоохранение, развитие сельского хозяйства и управление. В этом и заключается самое большое изменение: использование подлинно комплексного подхода, который не только учитывает интересы краткосрочного роста, но и предоставляет возможность для устойчивого процветания всех и каждого.

Рассматриваемые изменения открывают возможности для новой промышленной революции, при создании на основе возобновляемых источников энергии системы, способствующей доступности электроэнергии, повышению состояния здоровья людей и безопасности, созданию рабочих мест и обеспечению защиты окружающей среды. Технологии готовы к внедрению. Сейчас люди, предприятия и правительства должны по максимуму использовать их потенциал.

