

УДК 621.311.25

ОБЗОР КЛЮЧЕВЫХ КОНЦЕПЦИЙ УСТОЙЧИВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Казначеев Н.Л., студент гр. ЭПб-201, II курс

Научный руководитель: Скребнева Е.В., старший преподаватель
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Сегодня человечество живет в эпоху электричества. Мы не можем представить свою жизнь без него: все предметы у нас дома, средства передвижения, интернет и продукты питания так или иначе произведены или работают благодаря электричеству. Но большая часть электроэнергии вырабатывается путем сжигания ископаемого топлива (газа, угля, нефти, ядерного топлива). У такого способа производства энергии есть минусы – использование полезных ископаемых, во-первых, загрязняет окружающую среду, а во-вторых, ведет к истощению их запасов.

По данным BP (British Petroleum) общее количество сгенерированной электрической энергии во всем мире в 2020 году составило 26615 ТВт·ч, из них 35% – уголь, 24% – природный газ, 10% – ядерная энергетика, 16% – гидроэнергетика, 12% – возобновляемые источники энергии и 3% – нефть [1]. В России общее количество произведенной энергии составляет 1085 ТВт·ч, соответственно, уголь – 14%, природный газ – 44,8%, ядерная энергетика – 19,9%, гидроэнергетика – 20%, возобновляемая энергетика – 0,3%, нефть – 1% [2]. Можно заметить, что в 2020 году на ископаемые источники энергии приходилось 72% от всего сгенерированного мирового электричества, в РФ эта доля составляет 79,7%.

Электроэнергетика является одной из основных областей по выделению парниковых газов (преимущественно CO₂). Так, в 2020 году совокупный объем выбросов углекислого газа составил 32 млрд т, 4,6% (почти 1,5 млрд т) из которых пришлось на Россию [3]. Доля мировой и российской электрогенерации в общих выбросах составила 35% (11 млрд т и 0,53 млрд т соответственно) [4, 5].

Вопрос о дальнейшем развитии энергетики и уходе от невозобновляемых источников энергии начал подниматься на мировом и государственных уровнях во 2 половине XX века. Так, в 1987 году Всемирной комиссией по вопросам окружающей среды и развития ООН, был опубликован доклад «Наше общее будущее», где было введено понятие «устойчивое развитие» то есть развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но которое не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности [6].

В область устойчивого развития также входит термин устойчивая энергетика – это альтернативная энергетика, основанная на производстве энергии

с помощью солнца, ветра и т.д., или с помощью специальных сельскохозяйственных культур, вместо использования невозобновляемых видов топлива, таких как нефть или уголь [7].

Главное отличие устойчивой энергетики от возобновляемой состоит в эффективности получения и распределения энергии, а также в прогнозировании долгосрочного воздействия генерации на окружающую среду.

В устойчивой энергетике выделяют 13 ключевых концепций, разделенных на 3 категории [8].

I. Устойчивая энергетика должна удовлетворять потребности человека.

I-1. Электричество для всех.

Данная концепция подразумевает обеспечение всеобщего доступа к необходимому количеству электроэнергии путём модернизации распределяющих подстанций и увеличения длины электрических сетей для снабжения электричеством населенных пунктов с низким энергопотреблением. Однако все равно существует вероятность отключения электроэнергии, в результате чего домохозяйства зависят от дизельных генераторов, загрязняющих окружающую среду. Таким образом, существует необходимость в разработке решений местных возобновляемых источников энергии, которые могли бы обеспечить районы с низким энергопотреблением недорогой и надежной энергией. Одним из потенциальных решений являются солнечные панели с батареями большой емкости для накопления электричества.

I-2. Меньше – лучше.

Предполагает создание небольших электростанций (ветряных и солнечных) для производства электроэнергии собственных нужд на одно или несколько домохозяйств, или малых частных предприятий. Такое решение позволяет снизить нагрузку на крупные электростанции и, соответственно, снизить потребление ископаемого топлива и выбросы парниковых газов.

I-3. Фактор X.

Эта концепция подразумевает увеличение производительности ресурсов в 4 раза, что означает удвоение мирового богатства по сравнению с текущим уровнем, а также двойное сокращение экологической нагрузки на окружающую среду. Повышения эффективности помогут добиться такие революционные технологии, как сверхэкономичные автомобили, дома с низким энергопотреблением, электронные книги и т.д.

I-4. Совместное потребление.

Предполагает многократное использование разными людьми одного и того же продукта в течение его жизненного срока. Экономика совместного потребления имеет такие особенности, как одноранговое взаимодействие, акцент на доступе вместо владения, максимизация эффективности использования ресурсов. Также совместное потребление может привести к снижению воздействия на окружающую среду и обеспечению доступа к энергетическим услугам, которые в настоящее время недоступны малообеспеченным людям.

I-5. Опрощение.

Данная идея заключается в добровольном снижении уровня потребления, и, следовательно, уровня жизни. Она противопоставляется принципу увеличения производительности и предполагает разумное и минимально необходимое потребление ресурсов.

II. Устойчивая энергетика должна обеспечить социальную справедливость.

II-1. Участие

Включает в себя энергетическое правосудие, которое базируется на 3 принципах: формальном, процессуальном и признании. Формальный принцип подразумевает разработку и эксплуатацию энергетических объектов в рамках затрагивающей их правовой базы. Процессуальный принцип касается доступа, включения и влияния на процессы принятия решений на всех уровнях, а также включает в себя «более мягкие» нерегулируемые воздействия, такие как практика, нормы, ценности и поведение. Признание учитывает интересы тех слоев общества, которые были проигнорированы или представлены в ложном свете.

II-2. Распределение.

Энергетическая справедливость, понимаемая как справедливый результат (распределение), признает, что энергия должна быть включена в список общечеловеческих ценностей, и подтверждает, что блага, возникающие в результате производства или потребления энергии, являются ограниченными ресурсами.

II-3. Помощь нуждающимся.

Устойчивое развитие основано на принципе интернационализма и предполагает социальную справедливость для всех групп общества на всех континентах. Этот принцип основывается на помощи развитых стран в сфере передачи знаний и компетенций развивающимся странам с целью модернизации их энергосистем и доступа к электричеству беднейших слоев населения.

II-4. Будущие поколения.

Основное отличие устойчивой энергетики от возобновляемой состоит в том, что устойчивая энергетика должна думать о следующих поколениях. Уже сегодня закладываются основы того, как будет выглядеть Земля через 3-4 поколения. Поэтому существуют 3 принципа сохранения: сохранение возможностей, качества и доступа. Сохранение возможностей означает минимальное влияние на климат, биоразнообразие или запасы невозобновляемых ресурсов. Сохранение качества означает сохранение и защиту вещей, необходимых для выживания будущих поколений, включая чистый воздух, воду и почву. Сохранение доступа означает баланс требований справедливости между поколениями и внутри поколения, например, чтобы избежать программ по сохранению окружающей среды, которые в целом принесли бы пользу будущим поколениям, но бремя которых в настоящее время наиболее тяжело ляжет на беднейшие страны мира. Таким образом, соблюдение этих принципов ускорит переход от нынешней энергосистемы, основанной на ископаемом топливе, к энергосистеме, характеризующейся повышением энергоэффектив-

ности во всех секторах и расширением использования возобновляемых источников энергии.

II-5. Сохранение природы.

Эта концепция предполагает ограничение распространения человеческой зоны проживания, ограничение численности рождаемости (и как следствие, уменьшение численности населения Земли), расширение заповедников и национальных парков, восстановление популяций редких и вымирающих животных и растений и биосферы в целом.

III. Устойчивая энергетика должна соответствовать экологическим ограничениям.

III-1. Чистое ископаемое топливо.

Сегодня существует технология улавливания и хранения углерода (CCS), в рамках которой происходит отделение CO_2 от промышленных и энергетических источников, транспортировка к месту хранения и долгосрочная изоляция от атмосферы. Обычно улавливание CO_2 осуществляется у крупного источника выбросов газа, например цементного завода или электростанции на биомассе, и заключение его в соответствующих геологических формациях. По состоянию на 2018 год насчитывалось 43 крупных объекта – 18 в коммерческой эксплуатации, 5 в стадии строительства и 20 на различных стадиях разработки [9].

III-2. Отрицательные выбросы

Однако пользы от CCS, скорее всего, будут недостаточно. Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) предполагает, что ограничение глобального повышения температуры до $1,5^\circ\text{C}$ нельзя будет достичь без значительных отрицательных выбросов, начиная с 2050 года. Это означает, что CO_2 должен удаляться из атмосферы и храниться в биомассе, почве, подходящих геологических формациях и глубоководных отложениях океана или быть химически связанным с определенными минералами. Сейчас на межправительственном уровне одним из потенциальных решений отрицательных выбросов считается биоэнергетика со связыванием и хранением углерода (BECCS) – метод удаления CO_2 из атмосферы с целью смягчения глобального потепления. BECCS предполагает получение энергии за счёт сжигания топлива, получаемого из растений, в сочетании с захватом и захоронением образующегося CO_2 . Поскольку углерод, содержащийся в растениях, усваивается ими из атмосферы в процессе фотосинтеза, захоронение CO_2 , полученного в ходе сжигания биомассы, должно приводить к снижению содержания CO_2 в атмосфере. Для воздействия на климат, процесс должен осуществляться в глобальных масштабах.

III-3. Возобновляемая энергетика.

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) обладают потенциалом для значительного сокращения выбросов CO_2 . МГЭИК предполагает, что к 2030 году 50-60% электроэнергии будет производиться ВИЭ, а к 2050 году их доля увеличится до 60-80%. Это значительное увеличение по сравнению с нынешними 25%. Кроме того, должна значительно увеличиться доля возобновляе-

мых источников энергии в производстве тепла. Более того, по данным Международного энергетического агентства (МЭА), переход на возобновляемые источники энергии окажет значительное влияние на развитие общества, стимулируя мировую экономику и создавая миллионы рабочих мест; кроме того, будут и другие, далеко идущие преимущества в области здравоохранения и социального обеспечения. Однако исследования показывают, что требования к материалам и землепользованию на единицу сгенерированной ВИЭ мощности, могут быть выше, чем для энергии, вырабатываемой обычными источниками ископаемого топлива. Снижение затрат на солнечную и ветряную энергию привело к быстрому увеличению использования возобновляемых источников энергии в последние годы. Сектор электроэнергетики демонстрирует наибольший потенциал для ВИЭ, при этом солнце и ветер вносят наибольший вклад в производство электроэнергии, в дополнение к существенному вкладу гидроэнергетики. Существует тесная взаимосвязь между электрификацией общества и расширением использования возобновляемых источников энергии. Однако для того, чтобы электрификация стала успешной стратегией, также необходимо будет развивать инфраструктуру и системы производства энергии.

В этой статье были рассмотрены доминирующие представления об устойчивой энергетике. Важно отметить, что здесь не оценивалась достоверность концепций с точки зрения их осуществимости, приемлемости и важности. Устойчивая энергетика не может фокусироваться на отдельных темах (например, смягчение последствий изменения климата), но должна охватывать разнообразие концепций, которые удовлетворяли бы основные потребности человека, обеспечивали бы социальную справедливость и соблюдали бы экологические ограничения. Более того, в данной статье, несколько концепций предлагают противоречивые решения одной и той же проблемы (например, могут ли фактор X или опрощение удовлетворить потребности человека при одновременном соблюдении экологических ограничений), что создает возможность для противоречий между сторонниками разных принципов.

Список литературы:

1. BP. Statistical Review of World Energy – 2021 [Электронный ресурс]: The global energy market in 2020 / BP – Режим доступа: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-global-insights.pdf> (дата обращения: 30.03.2022).
2. BP. Statistical Review of World Energy – 2021 [Электронный ресурс]: Russia's energy market in 2020 / BP – Режим доступа: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-russia-insights.pdf> (дата обращения: 30.03.2022).

3. BP. Statistical Review of World Energy – 2021 [Электронный ресурс]: Carbon dioxide emissions in 2020 / BP – Режим доступа: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-co2-emissions.pdf> (дата обращения: 30.03.2022).
4. IPCC. Summary for Policymakers [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_summary-for-policymakers.pdf (дата обращения: 30.03.2022).
5. Ведомости. Углеродный след российской электроэнергетики может в 3,5 раза превысить средний по миру [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2019/09/04/810498-uglerodnii> (дата обращения: 30.03.2022).
6. Организация Объединенных Наций. Наше общее будущее [Электронный ресурс]: доклад Всемирной комиссии по вопросам окружающей среды и развития / ООН. – 1987. – Режим доступа: <https://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf> (дата обращения: 30.03.2022).
7. Cambridge Dictionary [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/sustainable-energy> (дата обращения: 30.03.2022).
8. Erling Holden, Kristin Linnerud, Bente Johnsen Rygg. A review of dominant sustainable energy narratives [Электронный ресурс] / Электрон. журн. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 144, 2021. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110955> (дата обращения: 30.03.2022).
9. Global CCS Institute. Fact sheet: what is CCS? [Электронный ресурс] / Global CCS Institute. – Режим доступа: https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2018/12/Global-CCS-Institute-Fact-Sheet_What-is-CCS.pdf (дата обращения: 30.03.2022).