

ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ

Алексей Юрьевич Кочетов

Качество жизни как отдельного человека, так и общества в целом, зависит от объёма доступных благ.

Фундаментальным показателем этого является величина свободной энергии, которую можно затратить на прямые и второстепенные потребности общества (развлечения, досуг и т.п.).

Важно учесть, что энергопотребление должно всегда располагать необходимым резерв мощности, который в случае форс-мажора может быть использован и для быстрого восстановления прежнего образа жизни, и для последующего развития.

Так как энергетика является самой важной составляющей

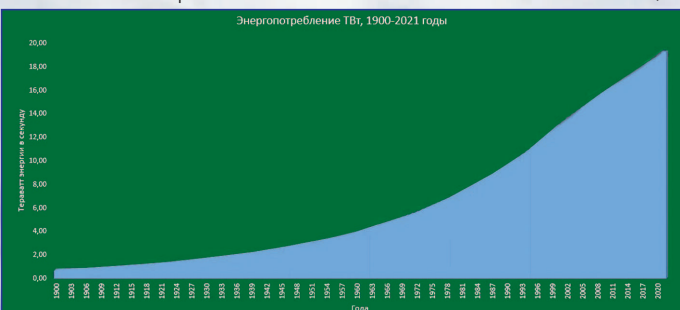


Рис. 1. Диаграмма энергопотребления человеческой цивилизации по годам. В 2019 году человечество потребило 586 Эдж энергии. Такое количество энергии получает наша планета от Солнца меньше чем за час

развития человеческой цивилизации, любые незадачи в этой сфере будут приводить к глобальным сбоям.

Как пример - начавшийся в ноябре 2021 года энергетический кризис в Европе и Китае.

Одной из серьёзных проблем, которую хочет решить человечество, является "озеленение" энергетического сектора мировой экономики. При этом преследуется глобальная цель - минимизация воздействия техногенного фактора человеческой цивилизации на экосистему планеты.

Сегодня углеводородное топливо обеспечивает до 80% потребляемой первичной энергии во всём мире. При этом 10% приходится на электроэнергию. В свою очередь, доля возобновляемых источников в производстве электричества составляет 28%.

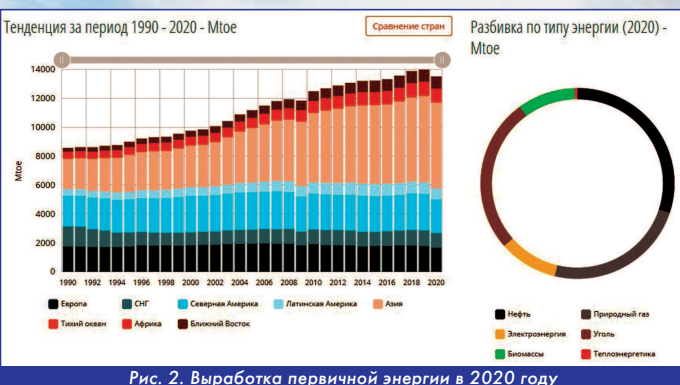


Рис. 2. Выработка первичной энергии в 2020 году

Доля ветряных и солнечных станций в глобальном производстве электричества составляет 9,5%, из которых на ветроэнергетику приходится 6%, на солнечную энергетику - 3,5%.

Таким образом, доля возобновляемых источников энергии в общем мировом энергобалансе составляет 11,8%, из которых

9% - это биомасса, а оставшиеся 2,8% приходится на ГЭС, ВЭС, Солнечные, Геотермальные, Приливные электростанции.

Сегодня "озеленить" предполагается в первую очередь производство электроэнергии, так как именно она является одним из главных факторов развития человеческой цивилизации.

Стабильность и доступ к электроэнергии играют решающую роль в повышении качества жизни человека и общества, вне зависимости от государственного строя или идеологии самого человека.

Если оставить за рамками политические позиции разных стран по плану внедрения новаций и замещения углеводородных и атомных источников энергии на ветровую и солнечную, то можно дать оценку рентабельности существующего курса энергетического перехода на углеродно-нейтральные источники энергии и дальнейшему её развитию.

Одним из важнейших параметров источника энергии является его плотность на единицу объёма и скорость распространения энергии. Совокупность этих параметров даёт конечную мощность источника энергии, а процент энергии, которую мы можем преобразовать для своих нужд, будет являться полезной мощностью.

Например, солнечное излучение обеспечивает непрерывный поток энергии в районе орбиты Земли в среднем 1367 кВт на 1 м². 70% этой энергии поглощается атмосферой и поверхностью Земли, а 30% отражается обратно в космическое пространство.

Из этой поглощённой энергии 32,85% приходится на атмосферу Земли и 67,15% - на поверхность планеты. Эта энергия формирует климат и экосистему планеты.

Стоит отметить, что солнечная энергия распределена на поверхности Земли неравномерно. Например, годовая средняя дневная сумма солнечной энергии в Асуане (Египет) равна 6,34 кВт*ч на 1 м², в то время как в Москве, Берлине и Лондоне данный показатель будет составлять лишь 2,73 кВт*ч на 1 м².

На примере Москвы видим, что количество солнечной энергии сильно колеблется в течение года: от 0,33 кВт*ч на 1 м²/день в декабре и до 5,56 кВт*ч на 1 м²/день в июне. То есть наблюдается перепад в 16,85 раз!

В то же время энергия воздушных масс распределена куда

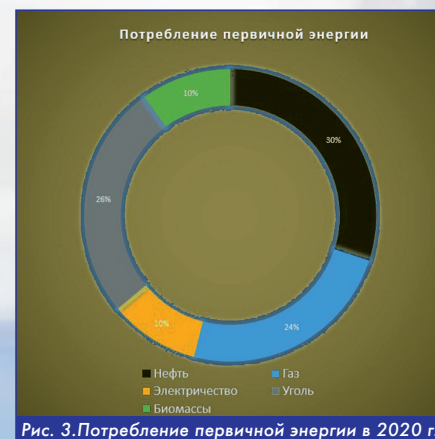
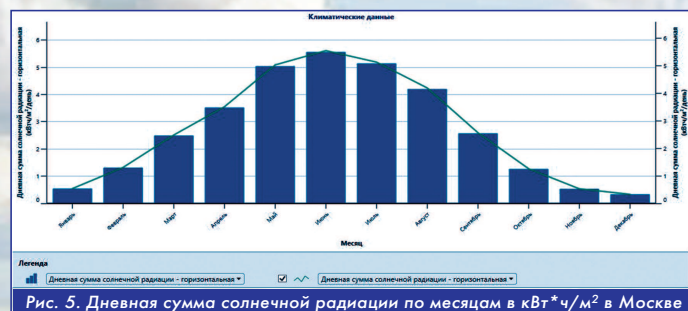


Рис. 3. Потребление первичной энергии в 2020 г.



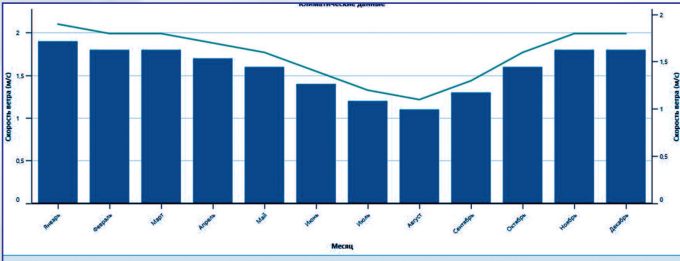


Рис. 6. Средний показатель скорости ветра по месяцам в Москве (в м/с).

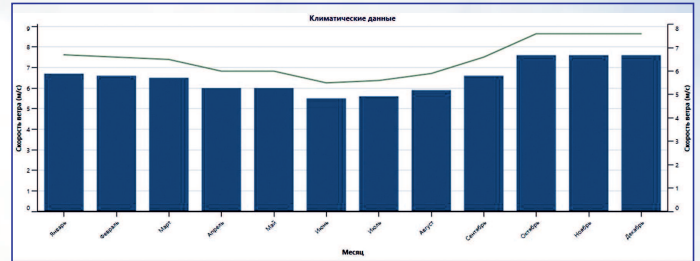


Рис. 10. Средний показатель скорости ветра в м/с по месяцам. Полярная станция "Мыс Меншикова" (Новая Земля)

равномернее, имея максимальный перепад всего 1,73 раза: от 1,1 м/с в августе до 1,9 м/с в январе.

Очевидно, что на поверхности Земли энергия воздушных масс распределена лучше и более равномерно, чем энергия Солнца.

Интересно, что эти два показателя не имеют принципиальных различий в географическом плане. То есть и в других местах планеты наблюдается та же зависимость в течение года.

Если взять город Асуан (Египет), то показатели будут следующие: перепад в солнечной энергии - 1,86 раз, в энергии ветра - 1,18 раза.

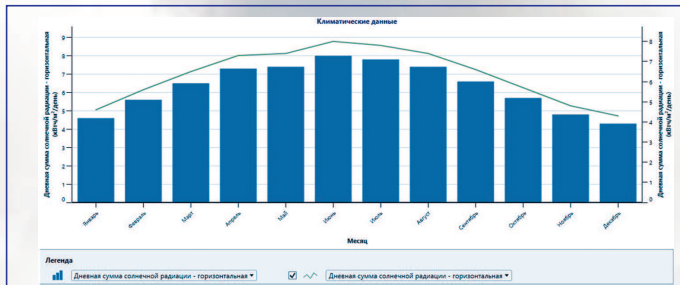


Рис. 7. Дневная сумма солнечной радиации по месяцам в кВт*ч/м² в Асуане

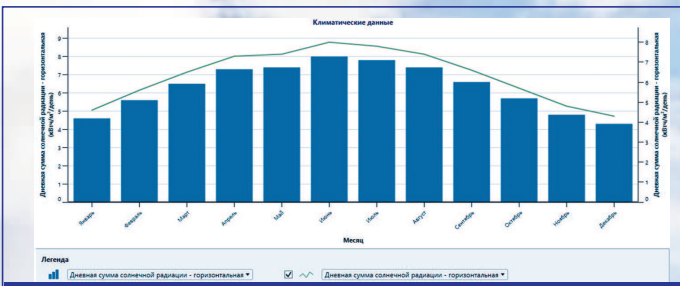


Рис. 8. Средний показатель скорости ветра в м/с по месяцам в Асуане

Именно это обстоятельство объясняет, почему по установленной мощности сегодня больше именно ветроэлектрических станций, нежели солнечных.

На заброшенной полярной станции "Мыс Меншикова" на Новой Земле следующие условия (см. рис. 9, 10).

Средняя годовая дневная норма солнечной энергии составляет 2,2549 кВт*ч на 1м², что всего на 20,4% меньше, чем в Москве, при этом среднегодовая скорость ветра - 6,517 м/с, что на 412% больше, чем в Москве. Но надо учесть, что три зимних месяца в году солнца на этой широте вообще не видно.

Солнечные электростанции и ветроэлектрические установки, размещённые на площадях в несколько квадратных километров,

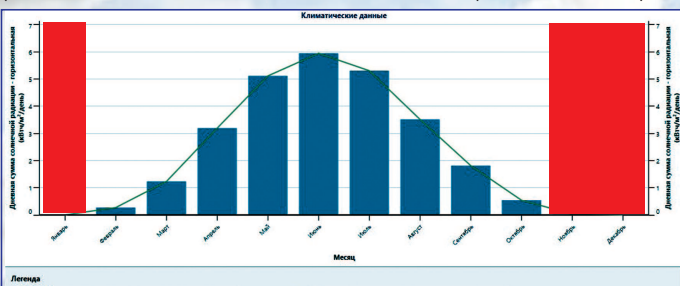


Рис. 9. Дневная сумма солнечной радиации по месяцам в кВт*ч/м². Полярная станция "Мыс Меншикова" (Новая Земля)

могут выдавать мощность, которая достаточна для обеспечения потребностей как бытовых потребителей энергии, так и промышленных предприятий.

Так, например, полезная мощность нового ветропарка "Росатома" (Кочубеевская ВЭС) составляет 318,3 Вт/м², что в суточном выражении даёт до 7,6 кВт*ч с 1м² площади ветропарка.

Солнечная электростанция в Асуане, с учётом её КПД и КИ-УМ, будет в среднем генерировать 150-170 Ватт с 1м² в июне днём (13 часов 37 минут), или до 2,36 кВт*ч с 1м² в сутки, что сравнимо со среднегодовой выработкой энергии Кочубеевской ВЭС.

Достоинства солнечно-ветровой энергетики в том, что она соответствует требованиям и критериям экологичности для озеле-



Рис. 11. Кочубеевская ВЭС - крупнейшая в России ветряная электростанция, расположена в Кочубеевском районе. Площадь ветропарка - 75 гектар. Плановая среднегодовая выработка энергии - 597 млн кВт*ч, или 2,18 кВт*ч в сутки на 1 м², что даёт КИУМ 28,7%.

нения производства электроэнергии во многих странах мира, и уже стала частью энергосистемы мировой экономики.

Однако производимая мощность этих источников энергии слишком мала, и требует огромных площадей для установки солнечных и ветряных станций. Помимо этого, они пребывают в полной зависимости от погодных условий, которые в течение дня несколько раз могут менять производительность станций от нуля до максимума. Всё это делает подобную энергетику слишком ненадёжным источником энергии, который при форс-мажорах способен поставить под угрозу жизнь и здоровье людей.

Другими словами, солнечно-ветровая энергетика неспособна выполнить важнейшую задачу: сохранение стабильности в энергосистеме за счёт бесперебойной выработки электроэнергии.

Для решения этой проблемы сегодня рассматривается применение водородных аккумуляторов энергии.

Солнечная электростанция будет производить энергию для работы электролизёра, а тот, в свою очередь, будет расщеплять воду на водород на кислород, запасая их в специальных хранилищах для кратковременного хранения. Энергию для конечных потребителей в такой системе должны будут генерировать водородные топливные элементы, которые станут уже независимы от окружающей среды. Этим мы исключим негативный фактор, выражающийся в хаотичных снижениях и повышениях выработки электроэнергии по времени суток и времени года.

Зависимость останется только от общей производительности

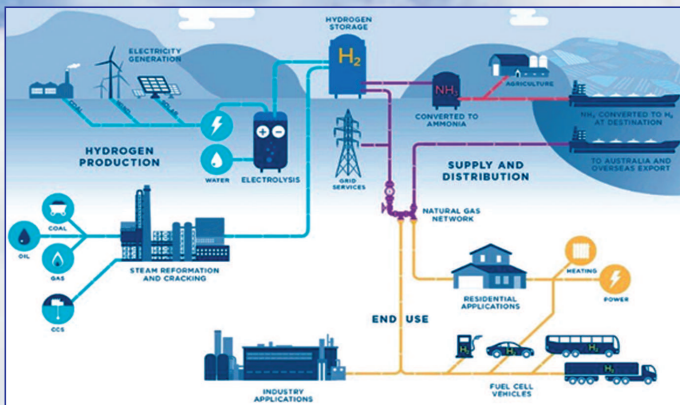


Рис. 12. Одна из схем применения водорода в качестве энергоносителя, рассматриваемая в Европе

ветровых и солнечных станций, которые будут работать на производство водорода.

Важно учесть, что решение проблемы прерывистой генерации неизбежно уменьшает общий КПД электростанции. Так, если некая условная солнечная электростанция генерирует 1000 кВт*ч в сутки, то применение водорода в качестве её буфера снизит эту выработку на 20-40%, но вместе с этим равномерно распределит оставшуюся мощность во времени.

Подобный подход только на первый взгляд кажется решением энергетической проблемы. Нужно учитывать энергетические затраты, которые будут при строительстве и вводе в эксплуатацию подобных комплексов. Учитывая современные технологии производства и строительства, на запуск солнечной электростанции потребуются израсходовать столько энергии, сколько она компенсирует только через 6 лет. А учитывая энергозатраты на создание водородного буфера, а также общее падение КПД, можно с уверенностью сказать, что срок энергетической окупаемости одной такой станции возрастает до 16 лет.

Для ветроэлектрических станций ситуация обстоит лучше, но не намного. Срок энергетической окупаемости составляет 1 год, а при применении буферизации - 5 лет.

Теперь сравним это с традиционной энергетикой, где все энергетические затраты на изготовление оборудования, строительство и запуск газовой ТЭЦ окупаются в срок от 9 до 12 дней непрерывной работы, угольной - 2 месяца, АЭС - 2 месяца, ГЭС - 3 года.

Тогда для удвоения энергетических мощностей солнечно-ветровой энергетики (с учётом того, что 70% генерированной энергии будет потребляться обществом, а остальные 30% будет расходоваться на новые энергетические мощности) потребуется около 35 лет.

Рост выработки электроэнергии за последние 20 лет увеличился на 70%. Учитывая окупаемость углеводородных электростанций, можно констатировать, что на нужды общества расходуется более 98% энергии, производимой этими электростанциями, в то время как на возведение новых затрачивается менее 2%. При таком соотношении мощности солнечно-ветровой энергетики удвоятся примерно... через 500-600 лет.

Очевидно, что солнечно-ветровая энергетика в нынешних ре-

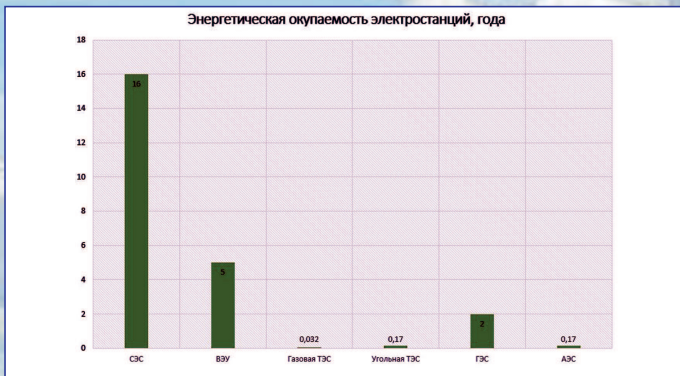


Рис. 13. Срок энергетической окупаемости электростанций при современных технологиях буферизации энергии (в годах)

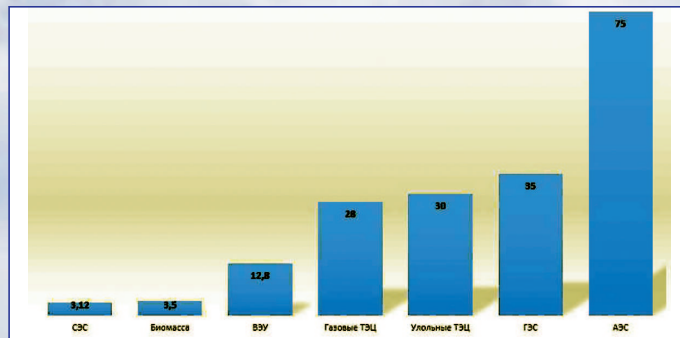


Рис. 14. EROI современных электростанций. EROI для СЭС и ВЭУ рассчитан из 80% эффективности буферизации водородом (нереализовано, так как сегодня этот показатель для СЭС - 49%, для ВЭУ - 25%)

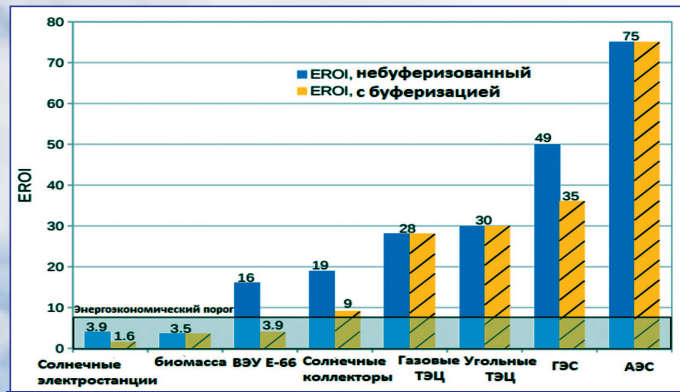


Рис. 15. Буферизация из исследований европейских ученых (дополнение).

лиях неспособна сама себя энергетически окупать для производства новых мощностей и поддерживать существующий уровень благ для человека и общества. А если так, то она годится лишь на роль вспомогательной энергетики, которая способна развиваться только за счёт других, более мощных, источников энергии.

Основной критерий, определяющий, насколько тот или иной источник энергии выгоден человечеству, вычисляется через коэффициент EROI.

Чем больше этот коэффициент, тем больший уровень жизни может обеспечить данный источник энергии.

Пирамиду зависимости потребностей общества от коэффициента EROI источника энергии сформулировали американские экономисты.

Становится ясно, что эффективность солнечной энергетики годится только на то, чтобы извлекать и перерабатывать первичную энергию.

В наших реалиях - это будет только производство водорода.

Ветроэнергетика же, при реализации технологии хранения и выравнивания энергии с КПД в 80%, будет способна обеспечивать приемлемый уровень жизнеобеспечения, но без излишеств.

Для обеспечения достойного уровня жизни в развитых странах нужен EROI источника энергии не менее 20 единиц. На сегодняшний день это на 80% обеспечивается углеводородными источниками энергии.

Единственной проверенной заменой углеводородной энергетике сегодня может быть только атомная энергетика.



Рис. 16. Пирамида минимальных энергетических потребностей общества, выраженная через совокупный EROI источников энергии

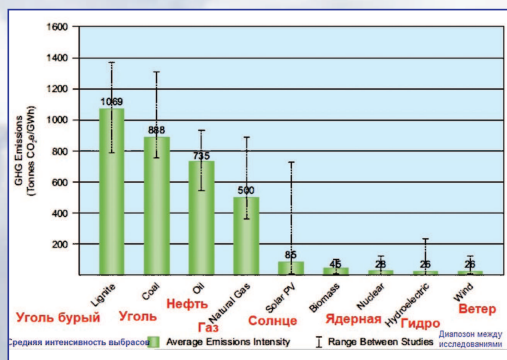


Рис. 17. Согласно выводам научного центра ЕС (JointResearchCentre), ядерная энергетика даже экологичнее, чем гидроэлектростанции

Оценив реалии, Евросоюз поручил собственному научному центру (Joint Research Centre), JRC разобраться в вопросе экологического воздействия атомной энергетики.

Исследования JRC показали, что современная атомная энергетика по уровню воздействия на экологию на каждый произведённый кВт электроэнергии сравнима с ветроэнергетикой и превосходит солнечную энергетикой.

Такую позицию также подтвердили независимая группа экспертов по радиационной защите "Article 31" и группа экспертов по здоровью человека "SCHEER"

Это позволило начать рассмотрение вопроса включения АЭС в Таксономию Евросоюза, где будут окончательно определены программы реализации "Зелёного Курса" и устойчивой деятельности ЕС.

Однако, учитывая современные реалии, добиться климатической нейтральности экономик мира в ближайшие 30-50 лет и полностью заменить углеводородную энергетикой на надёжную экологически-нейтральную будет проблематично.

Специалисты "Росатома" предложили идею "зелёного квадрата", которая заключается в том, чтобы массово использовать четыре источника электроэнергии, при работе которых не используется химическая реакция окисления, а следовательно - нет выхода CO₂.

Для создания устойчивой энергосистемы, совокупный коэффициент EROI которой значительно больше 20, требуется сбалансировать источники энергии так, чтобы выполнялись все цели по декарбонизации энергетики, и в то же время сохранялись мощность и доступность этой энергии.

Такой баланс был тоже рассчитан специалистами "Росатома". На долю "зелёного квадрата" должно приходиться 50 % всей производимой электроэнергии, распределённой следующим образом: АЭС - 25 %, ГЭС - 12,5 %, СЭС+ВЭУ - 12,5 %, и оставшиеся 50 % - углеводородная энергетика.

Эту концепцию поддержала Всемирная Ядерная Ассоциация.

АЭС - НЕОТЪЕМЛЕМАЯ ЧАСТЬ БЕЗУГЛЕРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

АТОМНАЯ

- СТАБИЛЬНЫЙ И МОЩНЫЙ ИСТОЧНИК БАЗОВОЙ ГЕНЕРАЦИИ 24/7
- НЕДОРОГАЯ ЭНЕРГИЯ
- ТРЕБУЕТ ЗНАЧИТЕЛЬНЫХ ИНВЕСТИЦИЙ НА СООРУЖЕНИЕ

ВЕТРОВАЯ

- ОТНОСИТЕЛЬНО НЕДОРОГОЙ И МОЩНЫЙ ИСТОЧНИК ГЕНЕРАЦИИ
- ДЕШЕВ В ЭКСПЛУАТАЦИИ
- ВЫРАБОТКА ЗАВИСИТ ОТ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ

ГИДРО

- САМЫЙ ДЕШЕВЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ
- СООРУЖЕНИЕ МОЩНЫХ ГЭС ТРЕБУЕТ ЗАПОЛНЕНИЯ БОЛЬШИХ ПЛОЩАДЕЙ. ВОЗМОЖНОСТИ ПО СООРУЖЕНИЮ НОВЫХ ОБЪЕКТОВ ОГРАНИЧЕНЫ

СОЛНЕЧНАЯ

- НЕДОРОГОЙ ИСТОЧНИК ГЕНЕРАЦИИ
- ТРЕБУЕТ БОЛЬШИХ ПЛОЩАДЕЙ
- ВЫРАБОТКА ЗАВИСИТ ОТ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ

Рис. 18. Настоящая "зелёная энергетика - это АЭС, ГЭС, СЭС, ВЭУ

Для достижения выработки с помощью АЭС 25 % всей электроэнергии к 2050 году требуется ввести 1000 ГВт новых мощностей. Это амбициозная задача, учитывая, что сегодня работает только 293 ГВт атомных мощностей.

Для этого потребуется возводить в среднем по 33 ГВт мощностей каждый год. Но ведь в 70-е годы прошлого века на протяжении нескольких лет подряд возводили и по 40 ГВт мощностей в год. Так что цель является достижимой. Мощности ГЭС, начиная ещё с 2000 года, стабильно составляют 16%, что в совокупности с солнечно-ветровой энергетикой даёт те самые 25,5% мощностей, полностью закрывая потребности "зелёного квадрата" в этих источниках энергии.

Дальнейшее увеличение солнечно-ветровой генерации без применения эффективных буферов хранения энергии будет только дестабилизировать энергетическую систему. Это самое как раз и происходит сегодня в Германии и некоторых штатах США (Калифорния, Техас).

Другими словами, мы уже подошли к пределу допустимого соотношения количества вырабатываемой энергии солнцем и вет-

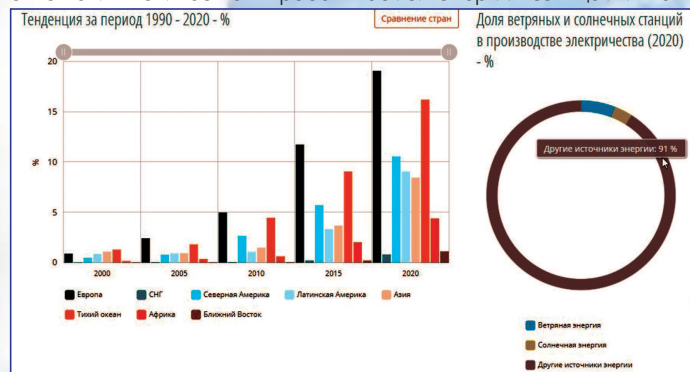


Рис. 19. Доля солнечных и ветровых станций в производстве электричества в 2020 году составила 9,5%

ром. Это уже отразилось на внезапно начавшемся именно в 2021 году масштабном энергетическом кризисе в ЕС, где доля возобновляемой энергетики достигла 42,8%, включая 19,1% солнечно-ветровой энергии.

Компенсировать прерывистую генерацию СЭС и ВЭС традиционными способами (газом) становится всё дороже из-за повышения стоимости природного газа на рынке ЕС.

Двухнедельный штиль в Северном море в сентябре 2021 года снизил генерацию энергии на ВЭУ вдвое, что, по мнению экспертов, является главной причиной энергетического кризиса в Великобритании.

Современные технологии уже позволяют возводить газовые и угольные ТЭС, удовлетворяющие всем европейским требованиям по экологичности генерации энергии.

В мире уже запущена первая угольная электростанция "Kraftwerk Datteln 4", удовлетворяющая всем экологическим требованиям ЕС.

Однако невозможно полностью избавиться от углеводородов в энергетике без прорыва в области источников энергии, спо-



Рис. 20. В 2020 году в Германии была запущена новенькая угольная электростанция "Datteln 4" мощностью 1,1 ГВт. Стоимость электростанции составила 1,5 миллиарда евро



Рис. 21. Диаграмма энергопотребления

собных их полностью и надёжно заменить.

Одним из таких источников должен был стать управляемый термоядерный синтез. Однако, затянувшееся освоение не позволяет надеяться на его существенную долю в балансе мировой энергетики ближайшие 50-100 лет. Единственным источником энергии, который позволит постепенно полностью заменить углеводородное топливо, является двухкомпонентная ядерная энергетика.

Ядерная энергетика с замкнутым ядерным циклом (ЗЯТЦ) расширит существующую топливную базу в 140 раз, включив в ядерный цикл уран-238, которого уже сегодня добыто и переработано в таком количестве, что топлива хватит на 150 лет активного использования АЭС. Таким образом, ЗЯТЦ сможет обеспечить все потребности человеческой цивилизации в энергии, не повлияв на экологию.

Исходя из среднего прироста в потреблении энергии за последние 30 лет, можно заключить, что в следующие 80 лет потребление энергии вырастит почти в 4 раза относительно 2020 года.

Пик добычи угля и нефти вышел на плато и не претерпевает увеличения, а газ на пик своей добычи выйдет уже в ближайшие 10-20 лет. То есть больше не существует технологии, способной надёжно обеспечивать энергетические потребности человека после 2040-2050 годов, кроме замыкания ядерного топливного цикла.

EROI углеводородной энергетики будет постепенно снижаться к 2100 году, даже если она останется в использовании. Потребности

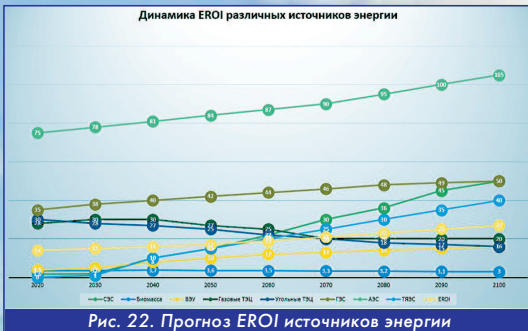


Рис. 22. Прогноз EROI источников энергии

человечества в скором будущем потребуют источник энергии с минимальным EROI около 17 единиц (сегодня - 14). Принимая во внимание концепцию "зелёного квадрата", уже в 2050 году EROI

составит те самые заветные 17 единиц. К 2100 году, несмотря на прогнозируемое размещение солнечных электростанций в космосе и развитие термоядерной энергетики, ядерная энергетика с ЗЯТЦ будет оставаться существенно мощнее и эффективнее всех остальных используемых источников энергии.

Список использованных источников информации

- 1) RETScreen Expert - программный пакет.
- 2) Kraftwerk Datteln 4 <https://www.uniper.energy/de/datteln-4>
- 3) Bericht: Streit um Kohlekraftwerke spitzt sich zu https://www.t-online.de/nachrichten/deutschland/id_87127126/kohleausstieg-streit-um-kohlekraftwerke-zwischen-bund-und-ost-laendern.html
- 4) Глава Росатома: Климатические цели достижимы только с помощью "зеленого квадрата" <https://www.rosatom.ru/journalist/smi-about-industry/glava-rosatoma-klimaticheskie-tseli-dostizhimy-tolko-s-pomoshchyu-zelenogo-kvadrata/>
- 5) Новые технологии атомной отрасли позволяют назвать ее экологически чистой - ученый <https://www.rosatom.ru/journalist/smi-about-industry/novye-tehnologii-atomnoy-otrasli-pozvolayut-nazvat-ee-ekologicheski-chistoy->

- 6) Ветроэнергетика https://www.rosatom.ru/production/vetroenergetika/index.php?sphrase_id=2479428
- 7) Топливная компания Росатома "ТВЭЛ" изготовила первую партию магнитов для ветряных электростанций <https://rosatom.ru/journalist/news/toplivanaya-kompaniya-rosatoma-tvel-izgotovila-pervuyu-partiyu-magnitov-dlya-vetryanykh-elektrostantsiy/>
- 8) Атомная энергия вместе с солнечной, ветряной и гидроэнергетикой образует "зеленый квадрат", который может стать основой будущего мирового энергобаланса. <https://t.me/s/clearenergy/267?q=%23энергетика>
- 9) Время восхода и захода солнца в г. Асуан <https://voshod-solnca.ru/sun/асуан>
- 10) Общее потребление электроэнергии <https://yearbook.enerdata.ru/total-energy/world-consumption-statistics.html>
- 11) Доля возобновляемых источников энергии в производстве электроэнергии <https://yearbook.enerdata.ru/renewables/renewable-in-electricity-production-share.html>
- 12) Доля ветровой и солнечной энергии быстро и стабильно растет (+1,2 пп в 2020 г.) и уже достигла 9,5% <https://yearbook.enerdata.ru/renewables/wind-solar-share-electricity-production.html>
- 13) Energy intensities, EROIs, and energy payback times of electricity generating power plants (исследование энергетической окупаемости электростанций) [https://www.semanticscholar.org/paper/Energy-intensities%2C-EROIs-\(energy-returned-on-and-Weissbach-Ruprecht/e4fd25bff4d6884a8faf726856d7beb4bff49e8d](https://www.semanticscholar.org/paper/Energy-intensities%2C-EROIs-(energy-returned-on-and-Weissbach-Ruprecht/e4fd25bff4d6884a8faf726856d7beb4bff49e8d)
- 14) System Energy Assessment (SEA), Defining a Standard Measure of EROI for Energy Businesses as Whole Systems (Исследования энергетической производительности ветроэнергетики для общества) <https://arxiv.org/abs/1104.3570>
- 15) Мировой энергетический кризис (2021) [https://ru.wikipedia.org/wiki/Мировой_энергетический_кризис_\(2021\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Мировой_энергетический_кризис_(2021))
- 16) Глобальный ЭНЕРГОПЕРЕХОД - Стратегия "ПОЛТОРА ГРАДУСА" в области Устойчивого Развития (Борис Марцинкевич. Геоэнергетика Инфо) <https://www.youtube.com/watch?v=QxvOj-i8wn8&t>
- 17) Глобальный Солнечный атлас <https://globalsolaratlas.info/map>
- 18) П.Л. Капица. Доклад на научной сессии, посвященной 250-летию Академии наук СССР, Москва, 8 октября 1975 г. http://vivovoco.astronet.ru/VV/PAPERS/KAPITZA/KAP_10.HTM
- 19) Капица о бесперспективности альтернативной энергетики <http://www.valeriyzhikharev.org/blog/капица-о-бесперспективности-альтернативной-энергетики>
- 20) Energy, EROI and quality of life (Пирамида потребностей общества) <https://www.semanticscholar.org/paper/Energy%2C-EROI-and-quality-of-life-Lambert-Hall/09522fe373ba57a798e5c511e9df5e7568876fa1>
- 21) Шкала Кардашова https://articles.adsabs.harvard.edu/cgi-bin/nph-article_query?1964SvA.....8..217K&data_type=PDF_HIGH&whole_paper=YES&type=PRINTER&filetype=.pdf
- 22) Шкала Кардашова https://ru.wikipedia.org/wiki/Шкала_Кардашова
- 23) Как нагревается атмосферный воздух (слайд №4) <https://infourok.ru/kak-nagrevается-atmosfernyj-vozduh-4047098.html>
- 24) Отчет научного центра Еврокомиссии о АЭС (Joint Research Centre) https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/business_economy_euro/banking_and_finance/documents/210329-jrc-report-nuclear-energy-assessment_en.pdf?fbclid=IwAR27oZ-nDWGmtciOoTVnKWW4jC8Vq_PiRLEx_pFTJ6ldPYI82UAvxqu9Gk
- 25) Таксономия ЕС для устойчивой деятельности ЕС https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/banking-and-finance/sustainable-finance/eu-taxonomy-sustainable-activities_en
- 26) Энергетический переход Германии критикуют из-за расходов, рисков <https://www.reuters.com/article/germany-energy-audit/germanys-energy-drive-criticised-over-expense-risks-idUSL8N2LS2RC>
- 27) НАЦИОНАЛЬНАЯ ВОДОРОДНАЯ СТРАТЕГИЯ: ФОРМИРОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ДЛЯ ВОДОРОДНОЙ ЭКОНОМИКИ АВСТРАЛИИ <https://www.herbertsmithfreehills.com/lang-th/latest-thinking/a-national-hydrogen-strategy-shaping-possibilities-for-australias-hydrogen-economy>
- 28) Отказ от ГАЗПРОМА или ЗЕЛЕНЫЙ ВОДОРОД (Борис Марцинкевич. Геоэнергетика Инфо) <https://www.youtube.com/watch?v=r4ydfmPPDg>
- 29) Водородная стратегия ЕС https://ec.europa.eu/commission/press-corner/detail/en/FS_20_1296
- 30) Проект "Прорыв" (создание и промышленную реализацию замкнутого ядерного топливного цикла (ЗЯТЦ)) <https://proryv2020.ru/>

Связь с автором: db.kochetova@yandex.ru