

Осторожно: энергетический переход...

Виталий Бушуев – д.т.н., профессор, Генеральный директор Института энергетической стратегии, главный научный сотрудник ОИВТ РАН.

Аннотация.

В литературе последних лет, пожалуй, самым распространенным термином является «энергетический переход». Но он имеет неоднозначное толкование: от представления в виде трех «Де» (декарбонизация, децентрализация и дегуманизация – дигитализация, цифровизация, роботизация), касающегося отрицания прежнего централизованного преимущественно углеводородного технологического уклада в энергетике во главе с человеческой диспетчеризацией, до перехода к «зеленому» миру, ставящему во главу угла проблему сохранения природы путем ограничения экономического развития. Что же является данью моде – новой экологической религии, а что является новым вектором развития цивилизации? Должна ли Россия слепо следовать новым тенденциям, или у нее – особый подход к собственному устойчивому развитию? Автор обсуждает эту проблему не с позиции «или – или», а с позиции гармонии «природы, общества и человека», где энергетика – не система жизнеобеспечения, а система комплексной жизнедеятельности в нашем планетарном Доме – Экосе (земной ойкумене).

Ключевые слова: *цивилизация, энергетика, энергоинформационный мир», зеленый переход.*

1. ХХ1 век – начало энергоинформационной цивилизации.

На конференции по устойчивому развитию в Рио-де-Жанейро в конце прошлого века устами нашего крупнейшего ученого в области природоведения председателя Сибирского отделения Академии наук В.А. Коптюга была высказана очень важная мысль: экономика без экологии – это дорога в тупик, а

экология без экономики – это путь в никуда. Вообще-то говоря, с подачи некоторых зоологов и биологов экологию часто воспринимают очень упрощенно – как защиту окружающей среды от вредного антропогенного воздействия материально озабоченной цивилизации, тогда как само это понятие (эко-логия: наука об Экосе – планетарном доме) означает не противостояние природы и человека, а их гармоничное со-существование и устойчивое со-развитие.

В 20-м веке, когда мир устремился в лоно «железного молоха» - промышленного капитализма, нашим социально-политическим кредо было: «мы не можем ждать милостей от природы, взять их у нее – наша задача». И хотя эти слова И.Мичурина относились только к активной селекционной политике выведения новых сортов продукции, доминанта неограниченного природопользования и покорения природы в угоду техническим потребностям общества явно проявлялась и в сельском хозяйстве, и в промышленности, и в энергетике. Достаточно вспомнить недавнее прошлое – и безудержную вырубку лесов, и попытки использования малых атомных взрывов в интенсификации нефтедобычи, и угольные карьеры, и строительства равнинных ГЭС на Днепре и на Дону, на Волге и Ангаре. А следствием стали - долго не заживающие природные раны на теле планеты.

В 21-м веке мы шарахнулись в обратную сторону. Под предлогом заботы о сохранении климата пытаемся наложить вето на строительство угольных станций, вводим углеродные налоги, где надо и не надо – строим ветряки и солнечные панели, забывая о природных богатствах, делаем ставку на «зеленый» водород.

Но ведь мудрость человеческая состоит в том, чтобы не бросаться из стороны в сторону, не противопоставлять крайности, а находить гармонию в самых, казалось бы, разнонаправленных процессах эволюционного устойчивого развития. Недаром еще древние философы (Аристотель)

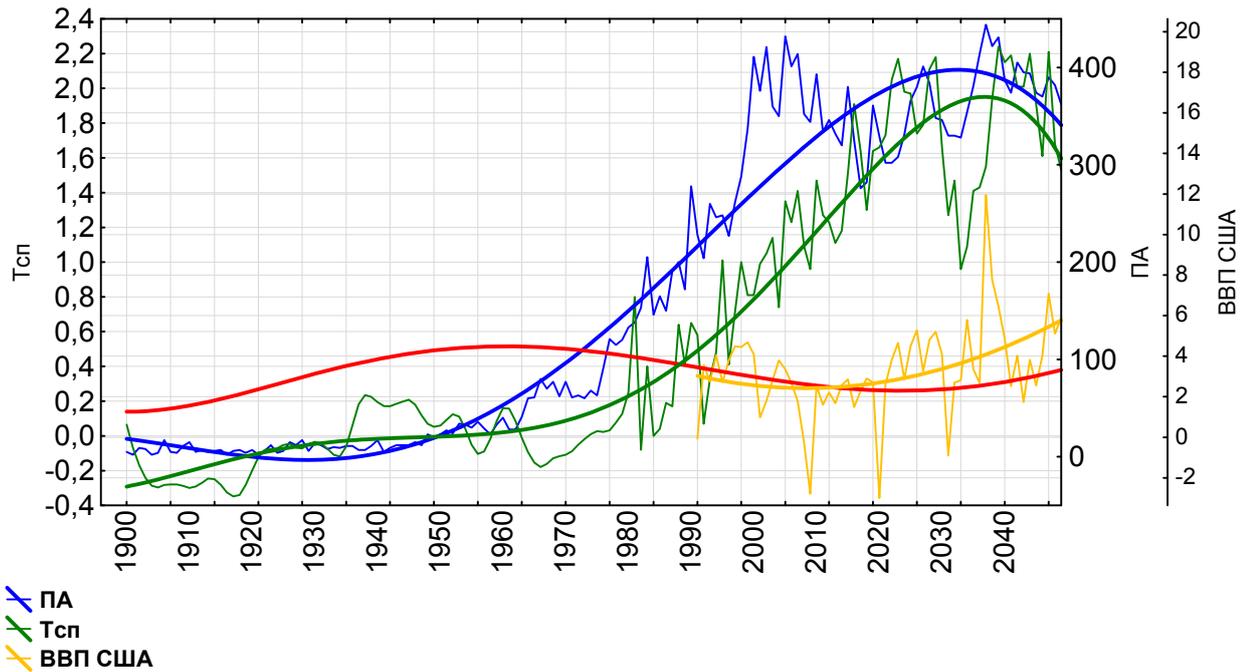
говорили: «самое большое зло – впадать в крайности». А мы все норовим перескочить от одного полюса к другому. Разумеется, оставаться все время на старых позициях (на одном берегу реки времени, на одной стороне дороги) и не замечать бурного потока жизни, изменений в нашей социоприродной действительности нельзя. Но... пытаюсь одним прыжком перескочить на другой берег, отказаться от наших традиционных энергетических углеводородных ресурсов в пользу т.н. «альтернативной» энергетики» - ВИЭ и водорода – так можно во время перехода и «сесть в лужу». Представляется, что своей поспешностью в «энергетическом переходе» мы рискуем оказаться именно в таком положении. Для того, чтобы осознанно обозначить скорость и направление «перехода», нужно прежде всего понять, от чего и зачем мы хотим уйти, а также что нас ждет на другой стороне.

Не будем вдаваться в подробности, насколько опасно глобальное потепление, вызванное сжиганием топлива и выбросами CO₂. Несмотря на то, что сейчас широко распространено мнение, будто это углеродные выбросы – одна из главных причин опасного изменения климата, остается немало сомнений – а так ли это на самом деле.

Проведенное нейронное моделирование различных социоприродных процессов, в том числе и прогнозирование природных аномалий и температуры северного полушария (Тсп), показало, что конец 20-го и начало 21-го веков действительно ознаменовались бурным ростом этих показателей [1].

Рис.1. Динамика развития природных аномалий (ПА), температуры воздуха в северном полушарии (Тсп), экономики

США и солнечной активности (желтая кривая)



В то же время нейронный прогноз показал, что эти аномалии после 2020 г. существенно затухают.

Более того, в будущем ожидается даже снижение температурных аномалий. Нынешняя зима в Америке и Европе оказалась небывало морозной, а попытки некоторых климатологов утверждать, что именно интенсивные выбросы CO_2 приводят к таким парадоксальным результатам, по-моему, не выдерживают никакой критики. Как и утверждения, что смена погоды объясняется переменной вектора движения воздушных масс – с теплого широтного (запад – восток) на холодное меридиальное (север-юг). Объяснить можно все, что угодно, но удостовериться в этом трудно. Стоит все-таки признать, что деятельность человека, хотя и влияет на окружающую среду, но глобальные изменения климата связаны, прежде всего, с внешними космическими процессами и циклами солнечной активности. Все последнее время (с 1986 по 2020 гг.) мы жили в условиях снижающегося тренда солнечной активности, и это снижение, по-видимому, компенсировалось оттоком тепла от поверхности земли и океана. Сейчас тренд изменился на повышение, и это, возможно, и привело к приостановке природных аномалий.

Как мы писали и ранее [2], техногенные выбросы составляют лишь малую долю в амплитуде глобальных природных аномалий, но если они совпадают по времени с природными циклами, то возникает опасное увеличение общей амплитуды этих аномалий, после чего общие социоприродные процессы идут в обратном направлении. Важно понимать, как происходит взаимоналожение этих циклов, не пытаясь «свалить» все на выбросы CO₂ от сжигания топлива. К сожалению, ни энергетики, ни климатологи не имеют достаточной теории взаимодействия природных и техногенных процессов на земле

Поэтому нам представляется, что поспешный переход от углеродной энергетики (не только от угольной, но и газовой) к декарбонизации за счет использования ВИЭ и водорода – не есть панацея от глобального потепления, а само потепление – не связано с опасными и длительными изменениями климата. Но тем не менее проблема энергетики и климата существует, и она нуждается в проведении серьезных научных исследований, не только силами различных экологических фондов, но и специалистов по физике атмосферных процессов, специалистов по циклике космических явлений и других смежных наук, в том числе экономистов и социологов, энергетиков (широкого профиля) и политиков. Нельзя допускать, чтобы в этом вопросе все решалось либо СМИ, предвещающими катастрофу (на ровном месте), либо политиками (типа Трампа, вышедшего из Парижских соглашений, и заронившего сомнения в обоснованности глобального потепления).

Прогнозируемое снижение климатических аномалий имеет место и при положительной динамике на будущее всех показателей энерго- и электропотребления. Так, к концу 2035 года по сравнению с 1986 годом ожидается семикратный рост мирового ВВП при общем росте энергопотребления в 2,5 раза,

потребления нефти – в 1,8 раза, газа – в 3 раза, а электроэнергии – в 3,6 раза.

Рис.2.



Производство атомной и гидроэнергии вырастет в 1,5 раз, биоэнергии – останется на прежнем уровне. Производство ветровой и солнечной энергии существенно вырастет, но тем не менее их доля в общем объеме потребления электроэнергии в мире составит всего лишь 7-8%.

(Таблица)

РОСТ МИРОВОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ С 1990 ПО 2035 ГГ.

Год	Потребление эл/энергии (%)	Гидроэнергетика /100*потр. Эл/энергии (%)	Ядерная /100*потр. Эл/энергии (%)	Ветер /100*потр. Эл/энергии (%)	Солнечная энергия /100*потр. Эл/энергии (%)
1990	100	18,1	16,7	0,0	0,0
2005	100	16,2	15,4	0,6	0,0
2020	100	15,8	10,6	5,6	3,1
2035	100	14,5	8,7	10,4	7,8

Это – данные нейронной модели, где программа сама отыскивает в ретроспективном массиве данных закономерности (в том числе и циклические колебания) и самообучаясь на них, выстраивает соответствующие прогнозы. Так что «хоронить» нынешнюю структуру углеводородной энергетики, выдавая желаемое (переход к ВИЭ) за действительное – нет пока никаких веских оснований.

В вопросах декарбонизации как основного направления энергетического перехода немало «белых пятен».

Одним из вопросов является спорная обоснованность утверждения, что ВИЭ (а теперь и водород) являются чистыми безуглеродными источниками энергии. Это действительно так, если рассматривать только часть процесса непосредственного получения «зеленой» электроэнергии и «зеленого» водорода. Действительно, ни солнечные панели, ни ветряки, ни топливные элементы на базе водорода не производят и не выбрасывают в атмосферу CO₂. Но если рассматривать не изолированный конечный процесс генерации электроэнергии на этих установках, а весь энергетический цикл, то это уже не так оптимистично. Само производство элементов ВИЭ требует больших предварительных затрат электроэнергии для получения необходимых чистых материалов, для энергоемкой утилизации тугоплавких элементов, для создания накопителей и микрогрид-сетей, без которых эксплуатация ВИЭ невозможна. Для получения водорода с помощью электролиза воды или из метана требуется немалое количество и самого газа и электроэнергии, которую надо предварительно выработать на обычных ТЭС, АЭС или ГЭС. Конечно, когда на обычных станциях есть явные избытки мощности, постоянно превышающие пиковую нагрузку традиционных потребителей, эти резервы могут быть

использованы для создания электромагнитных и водородных накопителей. Но многочисленные расчеты, проведенные и нами ранее, и другими исследователями, показывают, что суммарные объемы необходимого предварительного производства электроэнергии для последующего использования ВИЭ или водорода существенно превышают объемы электрической генерации на этих т.н. «чистых» источниках. Действительно, если вы получаете водород из метана, то вам необходимо использовать для этого газоэнергетические установки. И вместо того, чтобы непосредственно сжигать газ для получения электроэнергии, промежуточная ступень получения водорода существенно (до 30%) увеличивает общие энергетические расходы. Поэтому общий энергетический и экономический баланс на всех стадиях получения промежуточных материалов и энергоносителей явно не в пользу т.н. «чистой» энергетики.

Вопрос в том, где осуществляется эта предварительная стадия «очистки» традиционных энергоресурсов. Если это делается в «третьих» странах, о которых озабоченные экологами потребители беспокоятся в последнюю очередь, то действительно, в местах массового потребления (в городах Европы и США), декарбонизация делает воздух чище. Но для этого панели ВИЭ и водород должны поставляться извне, а экономика свидетельствует, что транспортировать лучше сам газ, а водород получать в местах его потребления.

Рис. 3.



Тогда полностью теряется эффект декарбонизации, раз газ сжигается в местах концентрации нагрузки. Можно, конечно, на какое-то время забыть об экономике, и поставлять в центры энергопотребления «чистую» энергию, например, в крупных городах Японии предполагают обеспечивать все энергоснабжение потребителей из централизованных водородных резервуаров. Возможно, такая схема была бы уместна в зонах рекреации (на побережье Турции, в Крыму или Сочи). Поэтому не надо все отрицать или все навязывать – надо с учетом экологической обстановки и экономически обоснованно искать места эффективного использования «чистой» энергетики. Эгоизм сторонников использования «зеленой» энергии касается только ее богатых потребителей, но идет вразрез с интересами производителей, обеспечивающих чистоту конечной продукции за счет дополнительного загрязнения мест общей генерации.

Водородная стратегия России не может повторять аналогичную программу Европы. Наше национальное богатство – это природные ТЭР. И отказываться от них в угоду повсеместной моде на ВИЭ – это просто неумно. В Европе своих природных энергоресурсов уже практически не

осталось, и она неизбежно будет переходить на ВИЭ и водород. Но при этом само энергоемкое производство элементов и промежуточных энергоносителей, по-видимому, будет осуществляться за пределами Европы и поставляться по импорту. А зачем массово осуществлять такой энергетический переход в России, где более чем достаточно исходных углеводородных ресурсов, объяснить трудно. Ни экономически, ни технологически, ни политически для нас такой «энергетический переход» ничего не дает. Это – просто дань европейской моде в ущерб собственным интересам. Пример Китая – не показателен, ибо гипертрофированное развитие собственной угольной генерации в северо-восточных регионах, где сосредоточена основная промышленность страны, а также лессовые бури в этом регионе делают жизнь там не очень привлекательной. А призывы в России «слезть с нефтяной иглы» - это попытки завести страну «не в тупик, а в никуда».

По поводу *отказа от централизации*, которая якобы себя изжила, и необходимости повсеместного перехода к распределенной энергетике – не все так однозначно. «Что имеем - не храним, потерявши – плачем». С одной стороны, бурный рост энергетического спроса в стране и мире, позволивший в 20-м веке осуществить сверхиндустриализацию на базе электрификации и массовую автомобилизацию населения за счет бензиновых и дизельных топлив, как бы остался в прошлом. Сегодня падение спроса делает (временно ?) излишними почти треть имеющихся энергетических мощностей. Экономический локдаун после пандемии 2020 г. значительно снижает транспортные потребности в перевозке и грузов, а массовый уход на «дистанционку» сокращает поездки самого населения. Временная это ситуация или начало существенного перехода на деглобализацию энергетики – сказать пока невозможно. Но спрос на электроэнергию как конечный потребительский продукт – растет и расти будет. Может ли он быть обеспечен без централизованного энергообеспечения –

вопрос дискуссионный. Развитие мелкомоторного производства для переработки продукции у самих потребителей, а также требования надежности энергоснабжения вызывает повышенное внимание к автономным и децентрализованным энергоисточникам. Они лучше вписываются в технологический цикл энергопотребителя, а главное, их обновление на новой технологической основе требует меньше инвестиций и обеспечивает более ускоренный цикл их окупаемости. Но, с другой стороны, мир и Россия не собираются отказываться от индустриального развития. Для России – это, прежде всего, эффективное использование природного ресурсного потенциала и глубокая его переработка. И горно-металлургические, и нефтегазохимические, и лесоперерабатывающие комбинаты – это достаточно энергоемкие производства. К тому же они служат базой для комплексного освоения новых территорий. И обеспечить их необходимое энергоснабжение невозможно с помощью ветряков и других ВИЭ. Поэтому в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке будущее – за крупными энергоисточниками, в т.ч. ГРЭС, АЭС и ПЭС. Приливные электростанции в Охотском море мощностью 6-8 ГВт – это источник для электролиза воды, получения и ожижения водорода для его экспорта в страны ЮВА. Необходимо считаться также и с тем, что на повестке дня – энергоемкое освоение космоса, а для запуска ракет необходимы мощные энергоисточники. Так что мы не можем отказываться от крупных электростанций и переходить только на ВИЭ.

Ранее нами была использована эмпирическая формула для выбора эффективного соотношения централизованных и децентрализованных энергоисточников в зависимости от плотности нагрузки. При плотности нагрузки свыше 40 кВт на 1 кв.км по соотношению золотой пропорции 0,68:0,32 предпочтительнее использовать централизованную генерацию по сравнению с распределенной, а на территории, где плотность нагрузки менее 10 кВт на 1 кв.км, более эффективна обратная пропорция, где $\frac{2}{3}$ нагрузки обеспечивается за счет

распределенной генерации, а доля централизации – не превышает 1/3. Для России – это районы Арктики, Северного Кавказа, Юга Сибири. Разумеется, это – не универсальный рецепт, но ясно, что в зависимости от ожидаемого уровня плотности нагрузки на территории ее энергоснабжение может осуществляться с помощью различных схем автономной, распределенной и централизованной генерации. Поэтому ориентироваться только на децентрализацию энергоснабжения – это неэффективный путь формирования нашего энергетического будущего. Необходимо также учитывать, что в будущем нам потребуются различные энергоисточники не только по мощности, но и по виду получаемой энергии. Это – и три-генерация электричества, тепла и холода, которую легче осуществить с помощью крупных источников, и совместное производство электроэнергии и воды с помощью малогабаритных топливных элементов. Это – и большие электрофизические (плазменные и высокочастотные) установки для энергоемкой обработки материалов, и малые энергетические установки для медицины, для местного освещения, для локального питания бытовых приборов. Так что будущее – не в отказе от одних источников в пользу других, а в их осознанном совместном развитии и применении.

Это комбинированное использование больших и малых энергоустановок выстраивается не по принципу «или/или», а дополняет друг друга, подразумевая в каждом случае учет плотности ожидаемой нагрузки, функциональной и системной надежности, удобства для потребителей, гибкость переключения схем централизованного и местного энергоснабжения в зависимости от складывающейся ситуации, инвестиционный эффект перспективного развития. Движение по «энергетическому переходу» не может быть односторонним, а должно допускать и реверс принимаемых решений.

Еще один чрезвычайно важный вопрос современного развития энергетики – это цифровизация. Действительно, мир все

больше становится компьютеризированным, развиваются системы автономизации и роботизации. Интернет прочно вошел в нашу жизнь, а подрастающее поколение уже живет в гибридном реально-виртуальном мире. И этот технический прогресс неудержим. В энергетике цифровизация обеспечивает обработку большого массива экономической и технологической информации, повышает скорость принимаемых решений в темпе процесса. Но она же сулит и новые проблемы, в том числе и в сфере кибербезопасности. Действительно, массовое оснащение энергетических систем новыми цифровыми приборами контроля и управления значительно повысило число системных аварий, вызванных сбоями в многоуровневых и многоагрегатных устройствах автоматики. Если раньше опыт диспетчеров позволял достаточно грамотно предупреждать системное развитие аварий и послеаварийное восстановление режима, то сегодня без компьютеров мы не можем умножить два на два, а уж тем более предвидеть и предчувствовать сбой в системе. Человеческий капитал, который может и должен стать важнейшим элементом национального богатства, уходит не на творческое развитие личности, а на обеспечение работоспособности компьютерных систем. Происходит дегуманизация общества, превращение человека в придаток цифровой системы, где доминируют роботы. Подобно тому как «промышленный молох» сделал человека деталью конвейерного производства, так и «компьютер» грозит «чипировать» личность и превратить ее в элемент бездушного цифрового мира. То ли это будущее, которого мы ждем.

Разумеется, нельзя уподобляться английским «луддистам», пытавшимся бороться с засилием машин при обработке сырьевых материалов, но и неосознанно становиться кроликом, безропотно попадая в пасть «компьютерного удава», не стоит. Человеческий капитал нельзя оценивать стоимостью средств, израсходованных обществом на подготовку и обучение одного работника. Он включает в себя не только интеллектуальный, но и витальный (врожденный) капитал, а также не поддающийся

эконометрической оценке социальный капитал, зависящий от оценки чувства справедливости в общественной жизни. Кроме того, важнейшая часть человеческого капитала зависит от его духовного богатства, от ощущения счастья, которое намного значимее, чем владение материальными благами. По этому показателю сегодня в мировых лидерах считаются жители Индии, тогда как в аутсайдерах (судя по количеству суицидов) – жители Швеции.

Разумеется, эти показатели на первый взгляд не имеют прямого отношения к энергетическому переходу, но, по большому счету, это не так. Энергетика, которая становится частью энергоинформационной среды обитания человека, не связана только с силовыми процессами, умножающими физические возможности человека и общества. Она включает и биоэнергетические возможности человека и его «тонкую» энергию. Между различными энергетическими полями человека как и всякого любого живого существа нет непреодолимой границы. Они легко трансформируются и дополняют друг друга, Поэтому энергетика – это не внешняя среда, обеспечивающая жизнедеятельность человека и общества. Это – единая система самой жизнедеятельности живого мира, даже если он состоит из физических объектов, компьютерных двойников и когнитивно мыслящих существ [3].

Вместо трех отрицаний «Де» энергетический переход должен базироваться на трех созидательных принципах «Со»: со-существование, со-вместность, со-развитие. Только на этом пути Россия будет не подстраиваться по чужие принципы, а полностью состояться как энергетическая держава, богатая ресурсами, территорией и собственным человеческим капиталом.

Поэтому прежде чем переходить через дорогу на противоположную сторону, надо понимать, как снизить риск потери того, что составляло нашу суть вчера, и как приумножить

наше богатство, оставаясь прежде всего человеком, а не роботом или зомбированным маркутом.

Использованные источники:

1. Соловьев Д.А. Природно-климатические циклы и экономика. Журнал «Энергетическая политика», N4/2021,.
2. Киотский протокол и энергетика России/В.Бушуев, Л.Григорьев, А.Аверченков – доклад для 4-й конференции Сторон рамочной конвенции ООН об изменении климата в Буэнос-Айресе, М.: ГУИЭС, 1999.
3. Бушуев В.В. Введение в энергологию. –М.: ИД «Энергия», 2020.