ЧТО ОЗНАЧАЕТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД

И.К. ХУЗМИЕВ (Член Сената ВЭО РФ)

В статье отмечено, что окружающая человека среда – это природная экосистема, вне которой он не может жить, так как он изначально является неразрывной составляющей ее биоценоза и нужно понимать, что человек не покоритель природы, а ее часть, встроенная в природные циклы, как элемент, который должен не разрушать и не расхищать ресурсы, а пользоваться ими, как товарным кредитом, который необходимо возвращать. Это нужно осознать и строить экономику в соответствии с этим принципом. Сбалансированный массо-, энергообмен окружающей среды регулируется природными информационными обменами. Любое присутствие человеческого фактора (антропогенное воздействие) должно компенсироваться с помощью природных сил воздействия или же за счет искусственных решений. При этом необходимо принять меры, чтобы мировая энергосистема не наносила значительного экологического урона и при этом обеспечивала потребность в энергоресурсах и свободный доступ к ним всех жителей Земли без исключения. В этом заключается подлинная суть обсуждаемого сегодня так называемого Энергетического перехода, достижение которого возможно за счет разработки новых технологий получения энергии, применения возобновляемых источников энергии, повышения энерогоэффективности всех процессов жизнеустройства, энергосбережения, использования активно-адаптивных (умных) систем управления энергетикой. Рассмотрена материалоемкость разных типов источников электрической энергии: солнечный свет; водные потоки; ветер; приливы и тепло Земли, которые являются возобновляемыми (пополняются естественным путём), биотопливо (древесина, растительное масло, этанол), а также водород как энергоноситель.

Ключевые слова: *устойчивое развитие; большой переход; активно-адаптивная интеллектуальная экономика; ресурсо- и энергосберегающие технологии; энергетическая окупаемость; энергетические потребности.*

ПРЕДИСЛОВИЕ

Глобализация к началу 21 века обострила противоречия всей рыночной системы капитализма и привело к многостороннему кризису. Мир оказался на пороге смены парадигмы в модели цивилизационного развития и даже возможности ее полного краха. Неизбежен “Великий Переход” от существующей сегодня ресурсозатратной модели экономического роста, основанной на бесконечном ничем не обоснованном потреблении, которое разрушает природу и общество к интеллектуальной активно-адаптивной – умной энерго- и ресурсосберегающей экономике устойчивого развития. Ее основой являются платформы с сетевой архитектурой с вертикальными и горизонтальными связями с использованием цифровых информационных технологий, возобновляемых источников энергии, с бережным отношением ко всем ресурсам и к окружающей среде в целом. Это обеспечит комфортные условия жизни всего населения планеты без исключения, а не только для отдельных привилегированных, порой само назначенных, групп сегодня и в будущем до скончания века. При этом энергообеспечение всех процессов жизнеустройства является основой такого перехода. Без энергии нет жизни. Поэтому энергетический переход на энергетику нового типа представляет большой интерес.

Сегодня в мировом сообществе есть понимание того, что ископаемые ресурсы конечны, а их добыча и использование наносят вред окружающей среде. Поэтому возобновляемая или регенеративная, так называемая “зелёная”, энергетика (ВИЭ) – на базе возобновляемых природных ресурсов (солнечный свет, водные потоки, ветер, приливы, тепло Земли, биотопливо) по сравнению с классической огневой энергетикой имеет существенные преимущества. Поэтапная, взвешенная политика по переходу на возобновляемую энергетику (энергетический переход) является обоснованной. Но такой переход требует решения многих социально-экономических проблем, не понимание которых некоторыми политическими и общественными деятелями

и группами населения (волею и не волею), а также спешка при внедрении ВИЭ (зеленая повестка) ведет к форс-мажорным ситуациям и серьезным конфликтам в обществе.

ВВЕДЕНИЕ

Окружающая человека среда – это природная экосистема, вне которой он не может жить, так как он изначально является неразрывной составляющей ее биоценоза. Нужно понимать, что человек не покоритель природы, а ее часть, встроенная в природные циклы, как элемент, который должен не разрушать и не расхищать ресурсы, а пользоваться ими, как товарным кредитом, который необходимо возвращать. Это нужно осознать и строить экономику в соответствии с этим принципом. Интенсивное развитие мировой экономики в последнее столетие вступило в противоречие с этими принципами и создало колоссальную нагрузку на природную среду и ее ресурсы. Глобализация и связанные с ней кризисные явления вытекают из современной цивилизационной модели, основой которой является безудержное потребление. В этих условиях антропогенная нагрузка на окружающую природную среду превысили все допустимые пределы. В результате этого она может деградировать и стать непригодной для дальнейшего обеспечения все возрастающего населения Земли ресурсами, необходимыми для поддержания жизни человека. Существенный вклад в этот процесс вносит также существующая мировая энергосистема. В отличие от природной экосистемы населенные территории представляют собой искусственную конструкцию, встроенную в природную среду. Их можно рассматривать, как “целевые экосистемы”. При их анализе необходимо ответить на вопросы: как естественная и искусственная окружающая среда влияют на процессы, как человек управляет их функционированием, какие цели решаются и как они могут меняться. Сбалансированный массо-, энергообмен окружающей среды регулируется природными информационными обменами. Любое же присутствие человеческого фактора (антропогенное воздействие) должно компенсироваться с помощью природных сил воздействия или же за счет искусственных решений.

При этом сложившаяся социально-экономическая ситуация в мировом сообществе характеризуется неравномерностью распределения материальных благ и ресурсов между государствами и отдельными гражданами, что ведет к негативным последствиям в отношениях между странами и людьми [1].

Отсутствие **свободного и равного** доступа к ресурсам, в том числе и к энергетическим, в пользу меньшинства создает напряженность в межгосударственных и межличностных отношениях и способствует распространению тоталитаризма и терроризма.

Эйфория от экономических успехов в странах с развитой рыночной экономикой с населением около одного миллиарда человек (“золотой миллиард”), заслоняет от большинства людей проявление признаков распада и деградации в самых различных сферах деятельности во всех государствах, начиная от экономики, заканчивая моралью. Современная рыночная идеология развития с её жесткой конкуренцией и безудержным стремлением к наживе и потреблению, как правило в кредит, может привести в ближайшей перспективе к концу демократии, полной деградации окружающей среды обитания человека с последующим за этим хаосом. Как известно, основной базой сегодняшней индустриально-информационной цивилизации является энергетика, опирающаяся на углеводородное топливо.

Потребляемая в настоящее время энергия – это в основном ископаемое углеводородное топливо, сжигаемое в различных энергетических установках для получения необходимой работы. Уголь, нефть и природный газ – это ресурсы из недр Земли, их количество конечно и не возобновляемо. Кроме этого, огневая энергетика ведет к загрязнению окружающей среды и эмиссии токсичных газов. Так как современная цивилизация требует все больших количеств энергии для своего развития необходимо в ближайшей перспективе решить глобальную проблему перехода от классических энергоносителей к возобновляемым, ресурсы которых безграничны, а также решить задачу снижения воздействия энергетики на природную среду. Нужно понимать при этом, что энергетика – это не сфера рыночных спекуляций для получения сверх прибыли, а жизнеобеспечивающая система, свободный доступ к которой должен обеспечивать достойный уровень жизни всех живущих на земле людей без кризисов и потрясений. Образно говоря: **Энергетика – это не про прибыль, энергетика – то про жизнь.** По этой причине она должна контролироваться и управляться обществом, а не кучкой алчных владельцев энергетических активов. Это и есть главная цель так называемого **энергетического перехода – Мирового потребления энергии.**

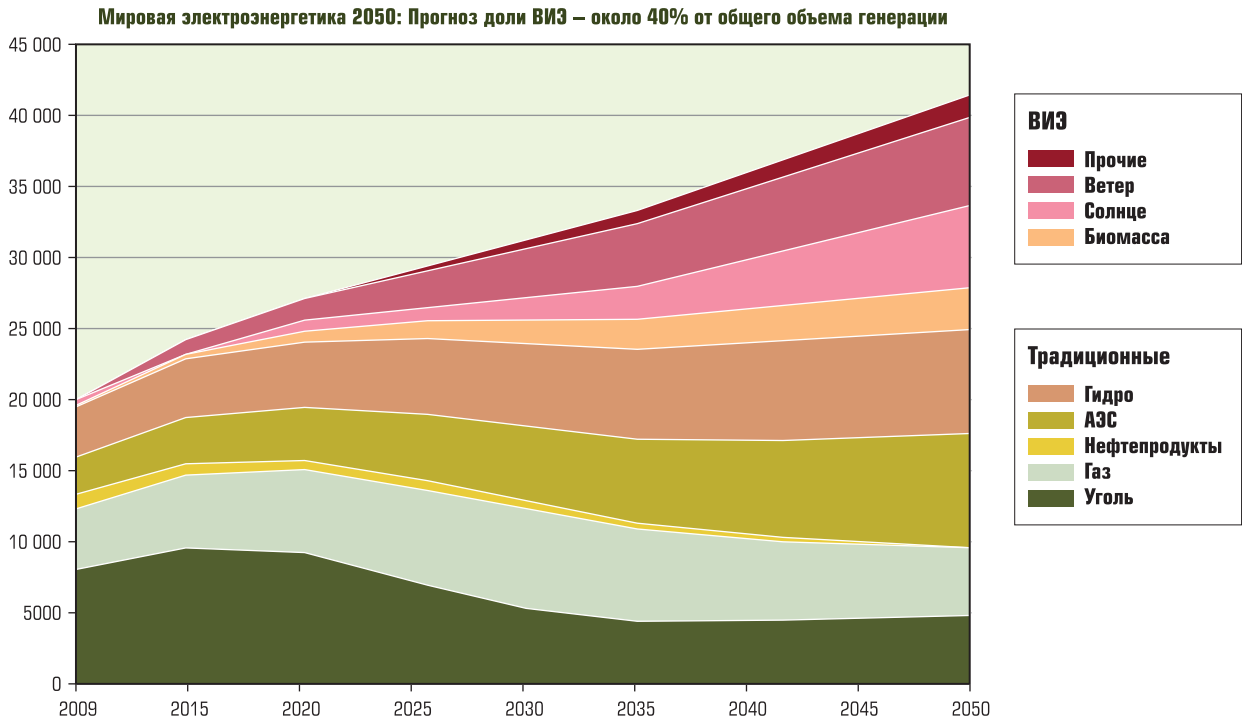


Рис. 1. Прогноз развития энергетики Международного энергетического агентства (МЭА) [2]

В 2020 году потребление первичной энергии составило во всем мире 556 эксаджоулей, на 4,5% меньше, чем годом ранее из-за пандемии. Для сравнения, в кризисном 2009 году эта разница составила 1,1% (отметим, что это было и первое падение потребления энергии во всемирном масштабе с 1982 года). Особо отметим (рис. 1), что доля АЭС и ВИЭ в общем в мировом энергобалансе будет расти.

Рис. 2. Потребление энергии в мире по отраслям [3]

Ежегодно на Земле производится более 10 млрд тонн нефтяного эквивалента (т.н.э.) энергоносителей, 90% которых составляют ископаемые углеводороды. Сегодня из-за рукотворного энергетического кризиса наблюдается резкий рост цен на нефть до 100 долларов за баррель нефти и выше, на природный газ до нескольких тысяч за 1000 кубов, на уголь более 400. Предполагается, что рост потребления энергии в мире должен стабилизироваться до 2050 года, за счет массового внедрения энергосберегающих технологий и снижения уровня сверх потребления в странах запада, что будет способствовать снижению энергоемкости общемирового ВВП. При этом, как показывает пример европейских стран, будет увеличиваться доля возобновляемых источников энергии в общем энергобалансе. Существует довольно большая вероятность реализации прогноза INFORCE-EUROPE, подтверждаемая уже достигнутыми показателями в отдельных странах (рис. 2).

По экспертным оценкам мировое энергопотребление в обозримой перспективе продолжит свой рост, в том числе и за-за роста населения. По данным ООН к 2025 году мировое население достигнет почти 8 млрд человек, однако к концу столетия оно стабилизируется на уровне 10-12 млрд человек.

Все это ведет к увеличению количества различных проблем, связанных с поставками энергоресурсов и защитой окружающей среды в особенности в местах добычи, переработки и интенсивного потребления энергоносителей.

"Энергия правит миром", так можно сформулировать сущность сегодняшнего состояния мировой политики и понимания того, что существующие энергоносители являются основой сегодняшней цифровой экономики [4]. При этом, необходимо принять меры, чтобы мировая энергосистема не наносила значительного экологического урона и при этом обеспечивала потребность в энергоресурсах и свободный доступ к ним всех жителей Земли без исключения.

В этом заключается подлинная суть обсуждаемого сегодня так называемого **Энергетического перехода**, достижение которого возможно за счет разработки новых технологий получения энергии, применения возобновляемых источников энергии, повышения энергоэффективности всех процессов жизнеустройства, энергосбережения, использования активно-адаптивных (умных) систем управления энергетикой.

ЭНЕРГЕТИКА И КЛИМАТ

В до короновирусный период успех "золотого миллиарда" опирался на так называемую, огневую энергетику, основанную на ископаемом углеводородном топливе. Это более 90% всех энергоресурсов, потребляемых сегодня в мире. То есть, сжигание миллионов тонн топлива ведет к загрязнению окружающей среды, и как полагает часть политиков и ученых в мире это является основной причиной роста концентрации парниковых газов в атмосфере и глобального потепления.

Имеется два подхода по обоснованию *Глобального* потепления на Земле:

1. Не зависящие от человечества природные изменения газового состава атмосферы, цикличность уровня излучения Солнца, вулканизм, температура океанов, изменения параметров орбиты и наклона оси планеты.
2. Хозяйственная деятельность населения и выбросы углекислого газа тепловыми электростанциями и двигателями, что стало в последнее время одной из главных тем мировой политики, после пандемии и терроризма.

Отметим, что на первый фактор, оказать влияние человечество не может, в связи с отсутствием технологий воздействия на климат в общемировом масштабе, так как изменения климата на земле носят цикличный характер, причиной которого являются космические природные явления, на которые человечество влиять не может. В этой связи многие эксперты считают, что на глобальное потепление технологии жизнеобеспечения, в том числе и энергетика, не могут воздействовать. Хотя для отдельных регионов процессы добычи, транспорта, преобразования и потребления энергоресурсов могут оказывать очень негативное влияние на окружающую среду, местный климат и здоровье проживающего там населения. Это не оспоримый факт.

Второй фактор – рукотворный и ограничить эмиссию углекислого газа возможно за счет общемировой согласованной деятельности всех государств и народов, обеспечив энергетический переход от классической энергетики к безуглеродной энергетике возобновляемых источников.

Однако не все представители экспертного сообщества согласны с таким пояснением происходящего с погодой [5, 6, 7]. Так, например, в своем исследовании **Olav Kivirand**, руководитель Lilleküla Selts (Эстония *https://www.lillekylaselts.ee/lillekula-seltsi-programm/*) отметил, что CO_2 составляет всего 0,04% атмосферы и составляет лишь 3,6% парникового эффекта. За период современного глобального потепления он увеличился всего на 0,008%. Такое крошечное, приращение CO_2 не может вызвать катастрофическое потепление, предсказанное паникерами CO_2. Это подтверждается анализом объективной информации и исследованиями независимых ученых и специалистов и указывает на то, что смена глобального потепления на глобальное похолодание и обратно происходят регулярно, в том числе и в доиндустриальную эпоху, когда тепловых электростанций и двигателей не было и в помине [8].

При этом имеются интересанты всемирной озабоченности о выбросах углекислого газа и "парникового эффекта", якобы связанного с использованием углеродосодержащего топлива, которые являются сторонниками "нового мирового порядка – неоглобализма", с целью лишения суверенитета народов и государств мира и получения полного контроля над всеми природными ресурсами. Могут ли те, кто утверждает об антропогенной причине изменения климата в основном за счет

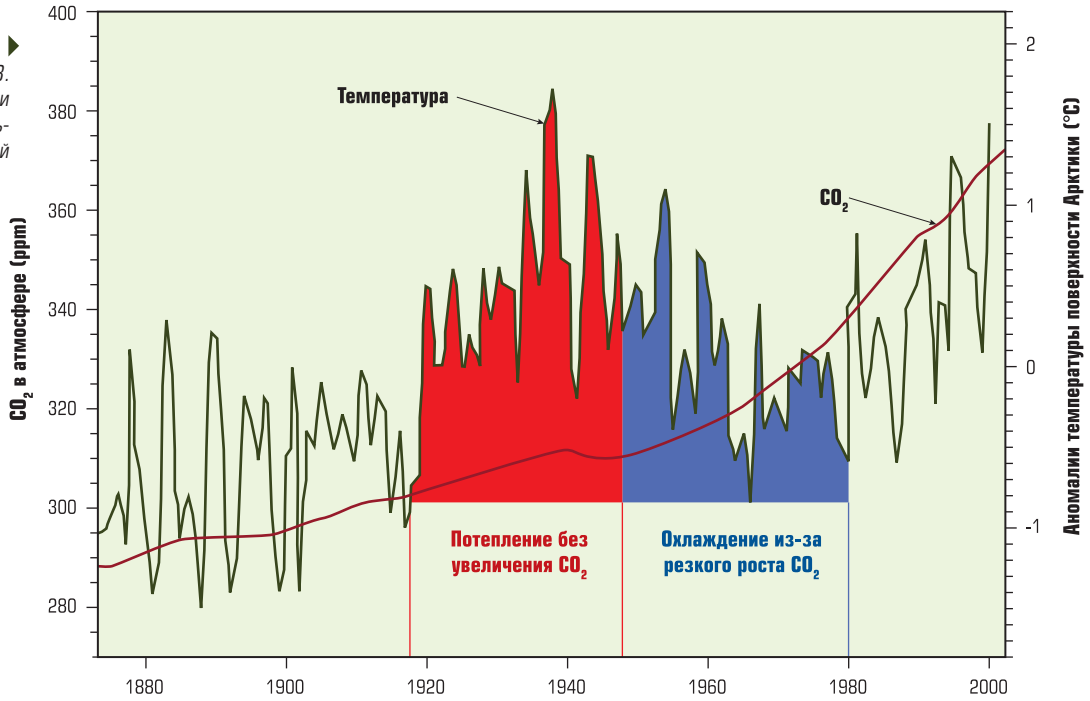


Рис. 3. Отсутствие корреляции между CO_2 и глобальной температурой

выбросов углекислого газа ответить на риторические вопросы, например: по какой причине, когда тысячу лет тому назад викинги прибыли на остров, ныне скованный льдом, они назвали его зелёной страной – Гринландией, и почему Пушкин в “Евгении Онегине” писал, что снег выпал только в январе? Какими промышленными выбросами они могут это объяснить [9]?

Основным фактором, влияющим на климат, являются циклические колебания активности солнечного магнитного поля через атмосферу до парниковых газов. Основным парниковым газом, влияющим на климат, является водяной пар на 95 %, за ним следует CO_2 3,6 %, только 0,03 % этого антропогенного вещества – нетоксичный бесцветный газ без запаха, который составляет небольшую часть атмосферы Земли, всего ~0,040 % (рис. 3). Каждые 100 000 молекул воздуха содержат 78 000 азота, 21 000 кислорода, от 2000 до 4000 водяных паров и только 30 из них являются углекислым газом.

Двуокись углерода растворяется в воде, где образует двуокись углерода (H_2CO_3) в обратимой реакции:

$$CO_2 + H_2O = H_2CO_3.$$

Морская вода при 25 °C содержит примерно в 50 раз больше CO_2, чем воздух. Растворимость CO_2 в воде варьируется в зависимости от температуры воды. Холодная вода содержит больше CO_2, чем горячая. По мере повышения температуры воды растворимость CO_2 уменьшается, и CO_2 выбрасывается в атмосферу до тех пор, пока не установится новый баланс между воздухом и водой. Высокая растворимость и химическая реактивность CO_2 позволяют обмениваться CO_2 между атмосферой и океанами. Количество CO_2 в атмосфере во многом определяется температурой океанов. По мере того, как океаны нагреваются, они выделяют CO_2, и содержание CO_2 в атмосфере повышается; по мере охлаждения океаны поглощают CO_2, и содержание CO_2 в атмосфере уменьшается. Выбросы из антропогенных источников увеличились примерно на 0,01 % с 1950 года. Текущий уровень атмосферного CO_2 (0,04 %) намного ниже в геологическом прошлом. На рисунке 3 показаны уровни CO_2 за последние 250 миллионов лет. С середины юры до начала мела содержание атмосферного воздуха составляло от 0,2 % до 0,24 %, что в 5-8 раз превышает текущий уровень. Уровни CO_2 неуклонно падали с раннего мелового до середины третичного периода. Уровни CO_2 неуклонно падают на протяжении последних 50 миллионов лет.

Резкое крупное изменение климата 1977 года, когда глобальный климат сменился с похолодания на потепление, существенно не изменилось. Многие специалисты и эксперты считают, что выбросы CO_2 не имеет ничего

общего с изменением климата. Хотя их оппоненты в правительствах в основном западных стран и во многих общественных организациях считают, что выбросы влияют на всемирное потепление и нужно бороться с огневой энергетикой именно по этой причине. Это или заблуждение, или явная ложь и мошенничество, преследующее далеко идущие цели четко формулируемые на последних различных форумах: ООН, Даосский форум, различные межгосударственные и научные конференции и семинары. Чего стоит только этот их лозунг: **к 2030 году у вас ничего не будет и вы будете счастливы**. Хотя подлинный смысл этого заключается в том, что все мировые ресурсы, в том числе и энергетические предполагается поставить под контроль транснациональных корпораций и финансовых групп, а оставшемуся после депопуляции населению земли нужно будет платить не малые деньги за их использование. Нагрянувшие в последнее время нежданно негаданная пандемия, энергетический и продовольственный кризис явное тому подтверждение.

По некоторым оценкам: “Через 10-15 лет нас ждет не глобальное потепление, а глобальное похолодание, подобное тому, которое было в Европе в начале XVII века” [10]. Хотелось бы увидеть лица деятелей, которые сегодня утверждают об обратном и выяснить, когда и как они собираются вернуть деньги, введя углеродный налог на поставщиков ресурсов в ЕС. Что-то это напоминает недавнюю панику по поводу озоновой дыры [11]. В результате такой политики мировое сообщество движется к дестабилизации энергетического рынка, что может привести к снижению жизненного уровня населения, уничтожению промышленности, политической нестабильности и голоду. Сегодняшние события в Голландии, Канаде, на Цейлоне яркий этому пример. Тем не менее, сегодня выбросы углекислого газа одна из самых обсуждаемых в мире политизированных проблем для решения которой 175 стран ООН, в том числе и Россия объединились **22 апреля 2016 года** и подписали Парижское соглашение, которое рекомендует:

- Отказ от использования углеводородных энергоносителей.
- Применение технологий круговой – регенеративной экономики путем энергосбережения и повышения энергоэффективности.
- Переход на экологически чистые возобновляемые источники и ядерную энергетику.

Как известно, использование в целях поддержания социально-хозяйственной деятельности человечества ископаемых энергоносителей наносит большой ущерб природе в местах их добычи, транспорта, переработки, создают большой дискомфорт населению в регионах их массового использования, о чем свидетельствуют многочисленные факты. Поэтому разработка новых экологически чистых технологий получения энергии, использование возобновляемых источников энергии, энергосбережение имеет важное значение для развития мировой экономики, защиты окружающей природной среды и поддержания экологической устойчивости. В этом и заключается задача **Энергетического перехода**. Это определенно продуктивная цель, реализованная в конкретных местах может принести большую пользу для отдельных регионов и мировой экономике в целом, учитывая, что ископаемое топливо имеет свойство заканчиваться. Удивляет безапелляционное, можно сказать религиозное, настойчивое в глобальном масштабе частью мирового сообщества своеобразная трактовка целей устойчивого развития зеленой повестки, борьбы с углекислым газом на первом этапе, затем метан и далее по списку. При этом требуется четко не обоснованное и даже вредное в отдельных случаях достижение в энергетике условий **3D**: Декарбонизация, Децентрализация, Цифровизация в рамках Зеленой повестки-экономики.

Зеленая экономика: сущность, принципы и перспективы

“Зеленая экономика” – направление в экономической науке, в рамках которого считается, что экономика является зависимым компонентом природной среды, в пределах которой она существует и является ее частью; нацелено на сохранение благополучия общества за счет эффективного использования природных ресурсов, а также возвращения продуктов конечного пользования в производственный цикл. Эксперты Организации Объединенных Наций по охране окружающей среды (ЮНЕП) рассматривают “зеленую” экономику как хозяйственную деятельность, “которая повышает благосостояние людей и обеспечивает социальную справедливость и при этом существенно снижает риски для окружающей среды и ее обеднение”.

Википедия

Это вызывает вопрос: **Что это**: незнание, заблуждение, афера и мошенничество, в чьих интересах и зачем?

ПЕРЕФОРМАТИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИКИ

Мир меняется! И процесс этот неизбежный. Кем будешь ты завтра зависит от того, что ты сделаешь сегодня. Век компьютеров, гаджетов, девайсов, роботов – цифровая эпоха уже реальность. Завтрашний день многих процессов – организационных, общественных, экономических будет строится по принципу распределенных интеллектуальных сетей – платформ с применением технологии распределенных реестров – адаптивного блокчейна. Этот переход продиктован целесообразностью, эффективностью и будет способствовать прозрачности, автоматизации, оптимизации, контроля потребления и обмена всеми ресурсами. То есть платформенная цифровая технология [12] распределённых реестров – блокчейн и автоматизированного управления в рамках установленных алгоритмов с функциями искусственного интеллекта – это по сути сетевая организация общества с новой децентрализованной активно – адаптивной интеллектуальной экономикой, которую часто называют цифровой. Ясно, что для жизнеобеспечения граждан во всех системах экономики, непрерывно происходят процессы преобразования материальных и информационных ресурсов в необходимые товары и услуги с помощью соответствующих компетенций и энергоносителей, которые обеспечивает энергосистема – энергетика. Поэтому, одна из главных систем жизнеобеспечения цифровой экономики является **ЦИФРОВАЯ ЭНЕГЕТИКА**, как одна из главных инфраструктур нового экономического уклада – Экономики 4.0 [13]. (*Эне́ргия – действие, деятельность, сила, мощь – скалярная физическая величина, являющаяся единой мерой различных форм движения и взаимодействия материи, мерой перехода движения материи из одних форм в другие*). Это то, без чего невозможен передел природных ресурсов с помощью компетенций (технологий) в необходимые жизнеобеспечивающие товары и услуги.

Одним из путей решения этой проблемы является использование совместно с классическими энергоносителями экологически чистых возобновляемых источников энергии и энергосберегающих технологий в промышленности, сельском хозяйстве, инфраструктуре и коммунально-бытовом секторе, с целью сокращения удельных затрат на единицу производимой работы и добровольного снижения уровня потребления до разумных пределов.

Таким образом отметим, что в настоящее время мировая энергетика переживает смену технологической парадигмы – энергетический переход. Существующая вертикально интегрированная энергетика, как комплексная мульти инфраструктурная система экономики, должна быть переформатирована в соответствии с вызовами нового технологического уклада. Пандемия ускорила начавшуюся до нее смену технологической парадигмы энергетики – **энергетический переход** [14]. Этому способствует рост тарифов на энергию вследствие исчерпания потенциала роста централизованных энергосистем и отсутствия реальной конкуренции на розничных рынках, неспособность существующих централизованных систем удовлетворить возрастающий спрос на энергию приводит к уходу потребителей от централизованного энергоснабжения к собственной генерации и развитию распределенной энергетики. Необходимо учитывать, что по прогнозам к 2040 году мировое потребление энергии возрастет на треть, за счет роста населения до 9 млрд человек, роста экономики в 1,5 раза, урбанизации и роста количества автомобилей в мире на 1,3 млрд штук.

Отметим, что энергетический переход – это смена классической энергетики, основанной на не возобновляемых углеводородных ископаемых энергоносителях, на новую систему энергообеспечения мировой экономики. Это будет энергетика, сочетающая новые технологии огневой и атомной энергетики, с технологиями использующими возобновляемые источники энергии (солнце, ветер, энергия водных потоков, тепло земли, биотопливо). При этом активно-адаптивные “умные” решения с распределённой генерацией с использованием цифровых информационных систем (цифровая энергетика) становится одним из способов обеспечения устойчивого развития [15].

Это было озвучено на 23 ВЭЛК, который состоялся 9-13 октября 2016 года в Стамбуле и где выступил под девизом “Охватывая новые горизонты”. Там обсуждались вопросы внедрения инновационных решений в энергетику. Была сформулирована энергетическая **трилемма** [16], как сбалансированная модель

устойчивого развития мировой энергетики на основе экологически чистых энергоносителей (*www.worldenergy.org*). Трилемма состоит из следующих блоков:

1. Энергетическая безопасность. Это осуществление бесперебойной поставки энергоносителей потребителям из национальных и зарубежных источников, надёжная инфраструктура и способность поставщиков энергии удовлетворять текущий и будущий спрос.
2. Энергетическое равенство. Это наличие и доступность энергии для всех потребителей.
3. Экологическая устойчивость, которая определяет экологическую эффективность поставки и потребления энергии, а также применение возобновляемых и без углеродных источников для снижения эмиссии тепличных газов в атмосферу.

Процесс изменений в энергетике должен одновременно включить преобразования:

- во-первых, архитектуры распределительных сетей на цифровой технологической базе;
- во- вторых, источников и потребителей;
- в-третьих, потребительские сервисы, главным из которых является розничный рынок-биржа, совмещенный с биллинговым расчетным центром, желательно уполномоченный банк [17].

При этом должна произойти коренная модернизация энергетической отрасли путем ее переформатирования [18], в виде новой интеллектуальной активно-адаптивной энергосистемы с использованием цифровых информационно-коммуникационных систем, которые иногда называют “умная сеть (Smart Grid)” или цифровая энергетика. Отметим, что: Активно-адаптивная энергосистема – интеллектуальная энергетическая система (ИЭС) – Умная сеть (Smart Grid) – это сложная энергообеспечивающая народное хозяйство отрасль с возобновляемыми источниками энергии, построенная на базе сетевых технологий с вертикальными и горизонтальными связями между элементами системы. Отличие классической энергетики от “умной” “цифровой” можно сравнить с разницей между проводной телефонии и сотовой. **“Новая энергетика”** позволяет оптимизировать производство и потребление энергоресурсов, повысить надежность и качество энергоснабжения, расширить использование экологически чистых возобновляемых источников энергии.

Рассмотрим в качестве примера **электроэнергетику**. Одним из свойств ИЭС является применение самовосстанавливающихся технологий, которые проводят диагностику и позволяют изолировать поврежденные участки и узлы системы и, если при этом имеется техническая возможность, автоматически восстанавливают работоспособность аварийного элемента ИЭС, изменяя маршрут передачи электроэнергии, информируя при этом ремонтный персонал.

При этом, умная сеть может быть основана на [19]:

- массовом использовании возобновляемых источников энергии;
- наличии у большинства потребителей индивидуальных децентрализованных источников электроэнергии;
- на применении сетевых активно – адаптивных информационных технологий для управления процессами потребления, распределения, генерации, аккумуляции, ценообразования, мониторинга и принятия решения в интеллектуальной энергосистеме;
- наличии в сети и у самих потребителей установок для аккумулирующих устройств различной природы;
- массовом использовании электротранспорта (электроавтомобили) с развитой инфраструктурой обеспечения мобильного электрифицированного подвижного состава необходимыми энергоносителями от сети с возможностью их рекуперации при необходимости;
- образовании.

Отметим, что при разработке предложения по созданию ИЭС необходимо:

- Ясно сформулировать цели и задачи в сфере производства и потребления энергии в рамках активно-адаптивных интеллектуальных энергетических систем с учетом вызовов 21 века и смены технологического уклада жизнеобеспечения в условиях экологического и ресурсного кризиса в мире.
- Обеспечить свободный доступ к энергоресурсам всех потребителей, в не зависимости от социального статуса и отношения к собственности.
- Уйти от общего субсидирования потребителей, которое в перспективе приносит вред и снижает эффективность энергетики,

и перейти к индивидуальной поддержке конкретных потребителей, которые имеют объективные ограничения по доступу к энергоресурсам.

- Способствовать повышению эффективности потребления энергии и ее сбережению за счет управления спросом и сбалансированной тарифной политики.
- Сократить эмиссию вредных газов в атмосферу земли за счет существенного сокращения от огневой углеродной энергетики путем массового применения экологически чистых возобновляемых источников.

Если рассмотреть систему умных сетей, то ее можно представить, как совокупность автономных ячеек, объеденных общей электрической сетью. Ячейки системы это активно-адаптивные микросети на базе группы потребителей/источников энергии, связанных между собой электрическими сетями переменного и постоянного тока. По сути в каждом узле сети может происходить одновременно или выборочно: во первых – генерация/производство, во вторых – использование/потребление, в третьих – обмен-транспорт, в четвертых – хранение – аккумуляция энергоресурсов. Сетевую архитектуру сети можно рассматривать как двухмерную структуру с многочисленными связями узлов между собой, состоящую из технологических установок, устройств и сооружений с известными параметрами (hard) и заданными граничными условиями. Функционирование энергосистемы при этом должно осуществляться с минимальным расходом ресурсов, с получением заданных показателей не ниже некоторых пороговых величин посредством системы мониторинга и управления с помощью современных компетенций на базе информационных технологий (soft). Ясно, что мониторинг и принятие решения в ИЭС должно осуществляться “умным” активно – адаптивным центром управления. В основе такого управления лежит концепция минимизации транзакционных издержек. Для решения всех проблем реализации целевых функций необходимо разработать ее математическую модель, разработать и исследовать алгоритмы решений и составить программные продукты.

Одной из основных задач, возникающих в сети, является поставка электрической энергии потребителям по минимальной цене с учетом затрат на транспорт. Так, в активно-адаптивной интеллектуальной сети (умная сеть) автоматизированная система по требованию потребителя ведет поиск источников заданного количества электроэнергии по минимальной цене во всех ее узлах и уровнях и определяет минимальную плату за транспорт от источников к потребителю по участкам сети, используя плату за передачу одной единицы ресурса на единицу расстояния передачи. Помимо спотовых биржевых цен, могут использоваться прямые договора поставки между отдельными потребителями и поставщиками по договорным ценам. Плата за транспорт на каждом уровне сети может определяться различными способами – от договорного до регулируемого независимым антимонопольным органом. Наиболее эффективным способом решения сформулированных задач развития системы является, по нашему мнению, представления сетевой системы в виде пространства Конторовича с решением задач ценообразования с помощью методов линейного программирования [20]. Необходимым условием постановки задачи линейного программирования являются ограничения на наличие ресурсов, величину спроса, производственные параметры поставщиков и потребителей. Сущность линейного программирования в нашем случае состоит в нахождении точек наименьшего значения целевой функции $F = f(x) \rightarrow \text{mine}$ – стоимости потребляемого ресурса при определенном наборе ограничений, налагаемых на аргументы и образующих систему ограничений.

Отметим, что в комплексе всю систему можно рассматривать как энергетический хаб. Энергетический хаб – энергетическая инфраструктура ИЭС на основе распределительной энергетики. Хаб в случае наличия электрической связи с энергосистемой должен быть субъектом оптового рынка энергии, осуществляя функции розничного рынка, то есть происходит совмещение опта с розницей на биржевой площадке, минуя всех посредников. Алгоритм работы микробиржи хаба закладывается в АСУ SmartGrid, которая связана с АСУ НП СР и сетевых организаций региона, а также поставщиками топлива. Цены на энергию могут быть договорными или биржевыми, формируемыми в результате биржевого ценообразования в реальном масштабе времени.

Динамическое ценообразование позволяет доводить до потребителей стоимость покупки

электрической энергии, которая может быть ими реализована при снижении от договорного количества в случае договорного энергоснабжения, а также от собственных источников энергии и аккумуляторов. Это позволит регулировать оптимальный график потребления в хабе, в том числе и на предмет продажи энергии на внешнем оптовом рынке электрической энергии. Основой работы хаба является информационно-операционный центр – центральная информационная система ИЭС (далее ЦИС) – платформа для организации розничного рынка всех продавцов и покупателей энергоресурсов. Технологическая основа для организации биржи. Потребителями услуг ЦИС являются все элементы ИЭС и диспетчерские организации. Функции ЦИС – мониторинг и контроль параметров и переменных всех систем и элементов ИЭС, регулирование и управление всеми процессами в ИЭС, в том числе организация и функционирование рынка электроэнергии, начиная с генерации и заканчивая потребителями. Необходимо отметить, что на ЦИС также возлагаются функции биллинга и учёт долгосрочных и среднесрочных договоров между продавцами и покупателями электрической энергии на розничном рынке.

При этом одной из главных задач, которые решает ЦИС, является мониторинг и диагностика всех технических средств и программных продуктов сети с целью: во-первых контроля переменных, параметров и слежение за состоянием и их соответствия техническим требованиям в заданном паспортном диапазоне изменений в процессе эксплуатации в реальном масштабе времени; во-вторых анализа результатов мониторинга и диагностики для определения работоспособности и остаточного ресурса; в-третьих принятия решения по ремонту или замене дефектных элементов сети в автоматическом режиме или лицами, принимающими решение.

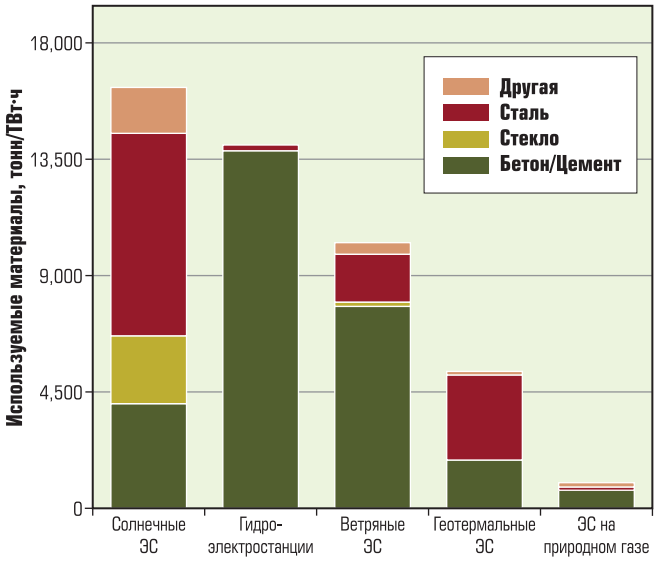
Для этого в ЦИС имеется несколько контуров информационного обеспечения функционирования ИЭС:

1. **Технологический контур**, осуществляющий мониторинг, контроль и самодиагностику всех параметров и переменных систем и элементов ИЭС, а также регулирование и управление всеми процессами. Информационная система этого контура должна быть защищена от не санкционированного доступа и хакерских атак.
2. **Рыночный контур** – микробиржа, к которой может иметь свободный доступ любой субъект торговой системы.
3. **Потребительский контур**, осуществляющий информационное обслуживание отдельных потребителей и поставщиков энергии (узлы системы), в том числе имеющих свойство активно-адаптивных интеллектуальных (умных) узлов ИЭС. Доступ к отдельным узлам контура возможен только для их владельцев или уполномоченных лиц.

Таким образом, реализация технологии интеллектуальных электрических сетей ИЭС (Умные сети – SmartGrid) позволит существенно повысить надежность и качество энергоснабжения, эффективность использования первичных энергоносителей, снизить издержки производственных процессов и воздействие на окружающую среду за счет использования ВИЭ и систем аккумуляции. Это позволит обеспечить надежность электроснабжения потребителей, повысить уровень платежей, резко снизить потери в электрических сетях региона до величины 8-10%, создаст дополнительно несколько десятков тысяч рабочих мест с высокой оплатой труда в различных отраслях народного хозяйства, требующих высоко квалифицированных работников, для чего станет необходимым организация соответствующей профессиональной подготовки местных кадров. Помимо этого, будет развиваться производство высокотехнологического оборудования и материалов для интеллектуальной энергетики, начиная от нетрадиционных источников энергии до электроавтомобилей, что существенно повысит качество жизни населения.

Реализовать технологии интеллектуальных электрических сетей ИЭС (Умные сети – SmartGrid) позволит существенно повысить надежность и качество энергоснабжения, эффективность использования первичных энергоносителей, снизить издержки производственных процессов и воздействие на окружающую среду за счет использования ВИЭ и систем аккумуляции. Так для России практически этот процесс по своей значимости и объему работ можно назвать: **план ГОЭРЛО – 2**.

При этом необходимо иметь в виду, что использование ВИЭ является материалоёмким, так как эти источники для своего производства требуют большого количества исходного



Источник: Министерство энергетики США (DOE), "Четырехгодичный обзор технологий: оценка энергетических технологий и возможностей исследований", сентябрь 2015 г., стр. 390

Диаграмма: Манхэттенский институт

Рис. 4. Материалы, необходимые для постройки различных электростанций

сырья и материалов, получение которых создает большие экологические проблемы и достаточно энергоемки (рис. 4).

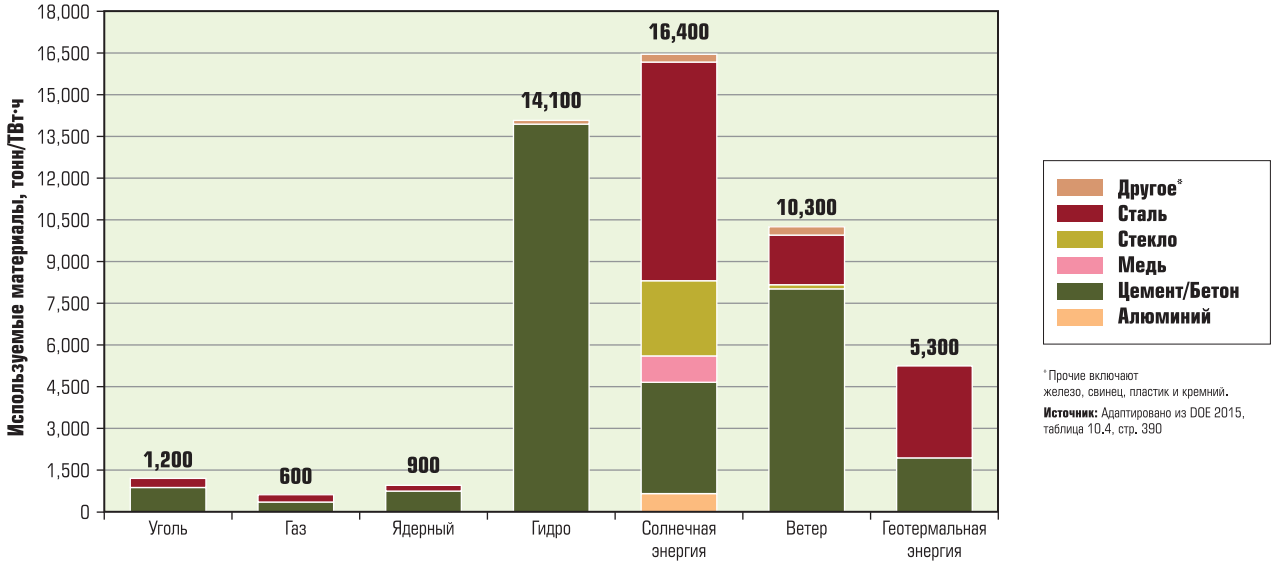
Утилизация выработавшего свой срок оборудования установок ВИЭ также связано с серьезными экологическими проблемами. К сожалению, очень часто, те кто активно агитирует за ВИЭ сознательно или бессознательно замалчивают серьезные недостатки этих установок. Так, например, Международное агентство по возобновляемым источникам энергии (IRENA) прогнозирует, что к 2050 году, при текущих планах, “солнечный” мусор будет в два раза превышать тоннаж всех форм пластиковых отходов в мире.

Если текущие прогнозы Международного энергетического агентства (МЭА) оправдаются, то к 2050 году количество не перерабатываемых пластиковых лопаток турбин будет составлять более 3 миллионов тонн в год.

Некоторые противники ВИЭ утверждают, что нет чистой энергии. Единственная действительно чистая энергия – это меньше энергии. В 2017-м году Всемирный банк выпустил отчет, в котором впервые был представлен всесторонний взгляд на этот вопрос. В нем приводится потребность в материалах, которые потребуются для строительства солнечных и ветровых электростанций, чтобы к 2050-му году производить около 7 тераватт электроэнергии в год. Этого достаточно, чтобы обеспечить электроэнергией примерно половину мировой экономики. Удвоив показатели Всемирного банка, мы можем оценить, что потребуется для того, чтобы полностью сократить выбросы до нуля, и результаты ошеломляют: 34 миллиона метрических тонн меди, 40 миллионов тонн свинца, 50 миллионов тонн цинка, 162 миллиона тонн алюминия и не менее 4,8 миллиарда тонн железа.

Материалоемкость разных типов источников электрической энергии представлена на рис. 5

В этой связи планировать энергетический переход необходимо комплексно с учетом региональных условий и положительных и отри-



* Прочие включают железо, свинец, пластик и кремний.

Источник: Адаптировано из DOE 2015, таблица 10.4, стр. 390

Рис. 5. Материалоемкость разных типов источников электрической энергии

цательных свойств разных типов источников энергии, в том числе и ВИЭ. При этом, необходимо понимать, что в обозримое время часть спроса на уголь, нефть и природный газ будет снижаться. Как говорил еще в 20 веке министр нефти Саудовской Аравии **Ахмед Заки Ямани**: каменный век закончился не потому, что закончились камни. К тому же нужно иметь в виду и достаточно спорное заявление в 2020 году еврокомиссара по энергетике **Кадри Симсон**: "*Цель ЕС – в том, чтобы к 2050 году стать климатически нейтральным. Это значит, что к этому времени мы выведем из употребления все ископаемые энергоносители, и все поставщики Евросоюза должны иметь это в виду*".

ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ БЕЗ УГЛЕРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА [21]

Возобновляемая или регенеративная, "зелёная", энергетика (**ВИЭ**) – это энергетика на базе возобновляемых природных ресурсов, таких как: солнечный свет, водные потоки, ветер, приливы и тепло Земли, которые являются возобновляемыми (пополняются естественным путём), а также биотоплива: древесины, растительного масла, этанола [22].

Использование ВИЭ позволяет:

- Повысить энергетическую безопасность стран, зависящих от поставок углеводородного сырья. Использование ВИЭ является альтернативой энергоснабжению в условиях роста цен на нефть и природный газ.
- Улучшить снизить эмиссию вредных газов и отходов, загрязняющих окружающую среду в местах размещения объектов классической энергетики.
- Улучшить экологическое состояние окружающей среды.
- Создать новые образцы высокоэффективного конкурентного на мирровом рынке энергетического оборудования.
- Сохранить запасы имеющегося энергетического сырья.
- Увеличить ресурсы углеводородов для технологического применения.

Использование возобновляемых экологически чистых источников энергии сегодня становится актуальной задачей для всего мира. Это требует концентрации усилий отдельных стран и всего международного сообщества. Работа требует огромных затрат, поэтому решение проблемы может быть осуществлено только совместными усилиями частного капитала и государства. Помимо создания мощной энергетической базы, основанной на возобновляемых источниках энергии, будет решена задача кардинального сокращения загрязнения окружающей среды и уменьшения эмиссии вредных газов и отходов функционирования систем классической энергетики. Обществу необходимо создать условия бизнесу, которые будут поощрять инвестиции в экологическую энергетику и способствовать ускоренному развитию инновационных технологий в энергоснабжение народного хозяйства, то есть в систему жизнеобеспечения. Опора на имеющееся сегодня ископаемое топливо создает трудности, что хорошо показывает нынешний мировой энергетический кризис а возобновляемая энергетика это экологически чистая энергетика с неограниченными ресурсами в особенности для решения локальных проблем энергообеспечения. При этом необходимо решить проблему совместной работы классической энергетики, опирающейся на использовании ископаемых углеводородов и атомную энергию, с не традиционной энергетикой. К 2050 году в мире может наступить равновесие между ресурсами и потребностями населения. Это будет мир не с декларативными, а реальными условиями устойчивого развития, мир без излишней борьбы за энергоресурсы, без жестких конфликтов и войн. Таким образом, всем членам мирового сообщества, отдельным гражданам, малому и крупному бизнесу, правительственным структурам и транснациональным корпорациям необходимо понять, что все мы сидим в одной лодке. Поэтому пустопорожние разговоры о глобализации, за которыми как правило, стоят интересы отдельных государств и крупных бизнес структур к доступу к энергоисточникам и материальным ресурсам, должны перейти в плоскость реального сотрудничества, нахождения компромиссов и условий доступа ко всем ресурсам, в том числе и энергетическим, для всех жителей Земли, и активное развитие технологий экологически чистой, в том числе и возобновляемой энергетики поможет решить эту задачу. Конечно при этом не нужно забывать о повышении эффективности использования энергии и ресурсосбережении. Необходимо только приложить усилия всех производителей и потребителей энергии, а это весь народ.

Отметим, что ВИЭ по сравнению с классической огневой энергетикой имеет преимущества, однако ей сопутствует ряд недостатков:

Таблица 1. Сравнительная оценка разных источников энергии

Источники энергии	Стоимость единицы произв. энергии	Стоимость единицы уст. мощности	Удельн. показат., масса на единицу уст. мощности	Надежность электроснабжения	Квалификация обслуживающего персонала	Экологическая опасность
Невозобновляемые	Высокая	Средняя	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая
Химиические	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая
Возобновляемые	Низкая	Высокая	Средняя	Средняя	Низкая	Низкая

Таблица 2. Способы использования возобновляемых источников энергии

Источник энергии	Способы использования
Солнце	Термоаккумуляция, фотоэлектричество, солнечные электростанции с термодинамическим циклом, фотохимические технологии
Биоэнергия	Продуцирование биомассы, биохимические процессы, пиролиз, биогаз, брожение
Энергия водных потоков	Традиционные ГЭС, малые и микро ГЭС, механический привод, аэрлифтные системы
Ветер	Ветроэлектростанции, ветротеплогенераторы, механические системы с приводом от ветродвигателя
Тепло земли	Теплоснабжение, теплоэлектричество, геотермальные ЭС

- Низкая плотность энергии.
- Не постоянный, прерывистый поток энергии, зависящий от времени года, суток и погоды.
- Низкий коэффициент использования установленной мощности генерирующего оборудования и магистральных электрических сетей, что резко повышает материалоемкость.
- Необходимость аккумуляции и низкая надежность.
- Необходимость больших участков поверхности планеты для электростанций большой мощности промышленного масштаба.
- Некоторые из них имеют низкие значения EROI.
- Экологические проблемы, связанные с получением материалов для создания технических средств ВИЭ и их утилизацией после окончания срока службы оборудования.

Отметим, что практически все регионы мира располагают большим потенциалом возобновляемых источников энергии. Все они обладают своими преимуществами и недостатками (таблица 1). Установки возобновляемых источников энергии нетрудно совместить в рамках децентрализованных систем энергоснабжения с ЖКХ и традиционными технологиями получения продуктов питания и мелкотоварного производства. Способы использования возобновляемых источников приведены в таблице 2.

Наиболее доступным и дешевым источником электрической энергии, особенно в отдаленных горных условиях, является гидроэнергетический потенциал. Традиционным способом его освоения до последнего времени было строительство крупных станций, которое требовало больших капиталовложений и длительного срока строительства. Нетрадиционным решением этой проблемы является строительство малых и сверхмалых ГЭС на реках и ручьях. Их массовое строительство позволит улучшить условия жизни, увеличит отдачу местных ресурсов и сельскохозяйственных угодий, повысит отдачу капиталовложений в энергетику, учитывая, что срок строительства малых и сверхмалых ГЭС колеблется от одного месяца до одного года, в зависимости от конкретных гидрологических условий и мощности. Большой интерес представляет также использование энергоресурсов волн на море и приливов.

ВЕТРОУСТАНОВКИ

Возможности ветроэнергетики человечеству известны давно. Это, в первую очередь, машины прямого преобразования энергии ветра в механическую энергию (ветряные мельницы и водяные насосы). К главным факторам, определяющим возможность и экономическую эффективность использования ветра, относятся: метеорологические условия, расположение ВЭУ и ее конструкция, использование ВЭУ в автономной системе или же в системе централизованного электроснабжения. Необходимо учитывать, что ВЭУ работает по неуправляемо-

му графику, зависящему от метеорологических условий. Несмотря на широкое распространение электрических ветрогенераторов в мире, для северных стран, в том числе и для России, значительный интерес представляют тепловые ветроустановки с прямым преобразованием энергии ветра в тепловую энергию, используемую для обогрева помещений, а также в виде тепловых насосов, которые могут использоваться для получения холода.

СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ

Солнечная энергия может быть преобразована в тепловую, механическую и электрическую энергию, использована в химических и биологических процессах [2]. Солнечные установки находят применение в системах отопления и охлаждения жилых и общественных зданий, технологических процессах, протекающих при низких, средних и высоких температурах. Они используются для получения горячей воды, для сушки материалов и сельскохозяйственных продуктов и т.п. Благодаря солнечной энергии осуществляется процесс фотосинтеза и рост растений, происходят различные фотохимические процессы. Только энергия, поступающая на поверхность земли в результате солнечного излучения в несколько десятков тысяч раз превосходит годовое потребление энергии всем человечеством. Несмотря на низкий КПД солнечных установок, реально не более 18%, энергии, собираемой с 5 м^2, достаточно для душевого удовлетворения потребностей 80% населения земли проживающего в пределах 40° северной и южной широт. Энергия солнечного излучения с 1 м^2 в этой зоне в среднем за год, соответствует работе пары волов (1000 кВт·ч в год), которым для этого необходимо 25000 кг корма.

БИОМАССА

Эффективность фотосинтеза в естественных условиях чрезвычайно низкая – около 1%. Тем не менее, ежегодный мировой прирост биомассы по энергоемкости в 10 раз превышает годовое потребление энергии в мире. Основными источниками биомассы являются леса и сельское хозяйство. За год леса дают $7{,}5\cdot10^{10}$ т биомассы, а отходы сельскохозяйственного производства $4{,}2\cdot10^{9}$ т. Выращивание быстрорастущих растений – сахарного тростника, кенафа, подсолнечника, сорго, маниоки, сине-зеленых водорослей; переработка биомассы с помощью солнечной энергии; биофотолиз воды для производства водорода; биоконверсия органических материалов в метан; пиролиз и химическое восстановление органических материалов с получением твердых, жидких и газообразных топлив – это технологии, с помощью которых можно получить экологически чистое топливо. К примеру, в Бразилии производят этиловый спирт, который используется как моторное топливо, из сахарного тростника и маниоки, имеющих урожайность соответственно 50-60 и 15-40 т с га. Выход этилового спирта составляет 70 л из 1 т сахарного тростника и 170 л из 1 т маниоки.

ВОДОРОД КАК ЭНЕРГОНОСИТЕЛЬ

В последнее время водород все чаще рассматривается как энергоноситель наступившего века, а водородной энергетике предвосхищают место классической углеводородной энергетике, основанной на ископаемых топливах таких как: уголь, природный газ, нефть и продукты их переработки [23].

В этой связи необходимо учитывать позицию ЕС, озвученную еврокомиссаром по энергетике **Кадри Симсон**: “*Поскольку 75% выбросов парниковых газов ЕС приходится на энергетику, нам нужен сдвиг парадигмы для достижения наших целей на 2030 и 2050 годы. Водород будет играть ключевую роль в этом, поскольку падение цен на возобновляемые источники энергии и непрерывные инновации делают его жизнеспособным решением для климатически нейтральной экономики*”. При сжигании водорода образуется вода, не выделяются: угарный газ, диоксид углерода, сернистый газ с его кислотными дождями, зола и смолы. Водород может использоваться в различных преобразователях энергии от двигателей внутреннего сгорания для получения механической энергии до электрохимических генераторов тока – топливных элементов для получения электрической энергии.

Однако переход на водородную энергетику при всех внешне положительных качествах, как энергоносителя, требует больших капиталовложений в системы хранения, транспорта, распределения и использования, он взрывоопасен, также его применение несет ряд экологических опасностей. Об этом мало говорят и пишут. Но это нужно понимать и учитывать при принятии решений по применению и созданию новых технологий с использованием водорода, как энергоносителя. Заявления некомпетентных политиков и специалистов о том, что при пере-

ходе на водород вместо природного газа можно использовать существующую газовую инфраструктуру не соответствует действительности. Необходима будет ее глубокая реконструкция или полная замена, так как по физическим и химическим свойствам природный газ коренным образом отличается от водорода. Единственное, что в них общее: они существуют при комнатной температуре в виде газа.

Так как водород горит при температуре более 1900 °С в результате чего получаются оксиды азота (диоксид азота; двуокись азота), которые являются ядом. К тому же оксиды азота активно участвуют в формировании смога и кислотных дождей. Природный газ при температуре горения 1300 градусов в основном производит углекислый газ, которому сегодня объявлена война, а использование водорода в качестве топлива, в том числе и как моторного, вызывает серьезные экологические и санитарные проблемы. К тому же водород не встречается в природе, для его получения требуется природный газ, электроэнергия и пресная вода. Об этом нужно думать сейчас, а не умалчивать эту проблему.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Для оценки эффективности различных источников энергии используется показатель “Энергетической окупаемости” EROEI (*energy returned on energy invested*), или EROI (*energy return on investment*). EROEI или EROI в экономической и экологической энергетике – отношение количества пригодной к использованию энергии, полученной из определённого источника, к количеству энергии, затраченной на получение этого энергетического ресурса. (Википедия). То есть EROI это – Энергия поставленная потребителю / Энергия необходимая для получения и поставки:

$$EROEI = \frac{\text{Энергия полученная}}{\text{Энергия, затраченная на добычу (производство)}}.$$

Высокое значение EROI позволяют поставлять потребителям большую часть энергии, например, топливо с EROI 100:1,1 % будет обеспечивать добычу, а остальные 99 % использоваться на пользу общества. Высокие значения EROI (от 100 до 50:1), способствуют росту экономики, в связи с тем, что производимая энергия в основном расходуется вне ТЭК, в то время как не эффективные источники характеризуются низкими значениями EROI (от 5:1 и ниже). Так, например, если для конкретного источника EROI равно 1:1, то это значит, что для его получения затрачивается такое количество энергии, которое можно получить при его потреблении. То есть это работа с нулевой отдачей [24].

На рис. 6 представлена иерархия “Энергетических потребностей” общества.

Минимальный EROI для обычной малосернистой сырой нефти

Деятельность	Требуемый минимум EROI
Искусство и культура	14:1
Здравоохранение	12:1
Образование	9 или 10:1
Поддержка семей рабочих	7 или 8:1
Выращивание продовольствия	5:1
Транспорт	3:1
Переработка нефти	1,2:1
Добыча нефти	1,1 :1

Рис. 6. Значения EROI для энергозатрат при выполнении задач, необходимых для поддержания потребностей общества

Известно, что при EROI = 9:1 и ниже, поддержание современного уровня развития экономики становится невозможным, а при EROI = 7:1 начинается деградация. Это определяется “иерархией энергетических нужд человечества”. Поддержание современного уровня нашей индустриально-урбанистической цивилизации и ее устойчивости, требует не просто избыток энергии, а изобилие, что предполагает наличие топливно-энергетических ресурсов с EROI не менее 15 к 1 [25].

Данные EROI, приведенные на рисунке 7 подтверждают мысль о том, что нет однозначных решений по использованию разных видов источников энергии для обеспечения устойчивого надежного снабжения энергоресурсами всех сфер жизнедеятельности современного миррового сообщества.

Так, например, в качестве иллюстрации можно рассмотреть очень модную сегодня проблему водородной энергетики, которая наряду с очень полезными свойствами имеет ряд серьезных недостатков, основным из которых является отрицательное значение EROI. Так предварительно рассмотрим один из известных способов получения водорода с помощью электролиза пресной воды. Известно, что из одной специально подготовленной тонны воды, пригодной для электролиза, с помощью электролиза будет получен водород с энергоемкостью 39,4 кВт часов на кг, для чего необходимо потратить около 44 кВт часа. По оценкам специалистов суммарный EROI водорода колеблется от 1:2,5 до 1:5. Помимо этого электролиз требует для производства одной тонны водорода девяти тонн деминерализованной воды, получение которой также является непростой энергоёмкой задачей. Это необходимо иметь в виду при принятии решения по использованию водорода в энергетике, даже с учетом всех его положительных потребительских свойств.

К сожалению, комплекс неполноценности, который присутствует у части всемирной либеральной тусовки, продолжает морочить голову многим политикам и общественным деятелям в мире (феномен Греты Тунберг) и в частности в России, которые упорно продолжают повторять, что раз что то идет от наших западных партнеров, то это истина, они всегда правы и нечего здесь возражать. Безусловно учитывать их мнение нужно, поиск компромиссов в любом вопросе сотрудничества необходим, но только с учетом интересов нашей страны. Пример ведения дел по проблеме климата КНР поучителен. Они вежливо говорят все Ок, но продолжают вести свою собственную энергетическую политику [26]. КНР на первом месте в мире по вводу мощностей возобновляемой энергетики, активно занимаются природоохранными мероприятиями, при этом развивая угольную генерацию. При этом без лишнего шума готовят страну к возможному наступлению глобального потепления, возводя в центральной части страны города миллионники, в которых сегодня пока нет населения, строят дороги, лесопосадки, готовят сельхоз угодья [27].

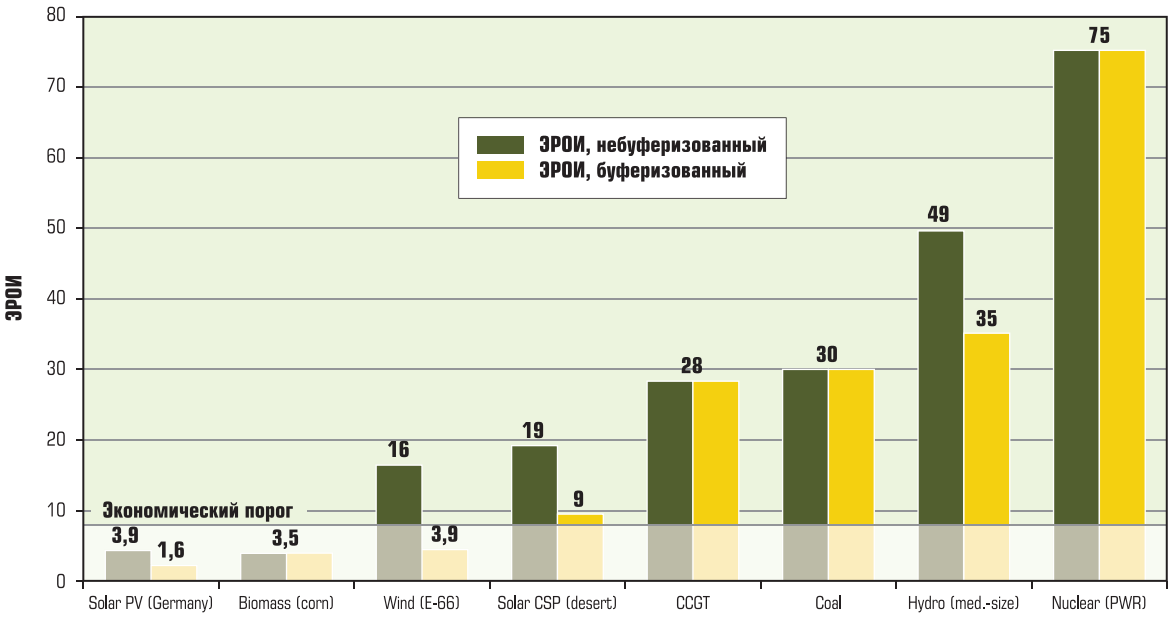


Рис. 7. Характеристики EROI для различных источников энергии

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение отметим, что массовое использование энергосберегающих технологий, нетрадиционных и возобновляемых без углеродных источников энергии должно стать одним из приоритетных для обеспечения энергоресурсами мировой экономики, так как большинство существующих классических технологий энергообеспечения являются экологически не сбалансированными и не обеспечивают энергосберегающее поведение.

При этом, несмотря на экологическую чистоту технологий нетрадиционных источников, их крупномасштабное внедрение может привести к слишком низкому EROI энергетики в целом и росту тарифов на энергоресурсы, что может вызвать спад экономики. Для этого необходимо интенсифицировать поиск, исследования и разработки эффективных энерго- и ресурсосберегающих технологий энергетики, в том числе и традиционной, с учетом современных природоохранных требований и норм. Не предвзятый анализ показывает, что до конца 21 века мировая экономика не сможет решить все проблемы энергетики без ископаемого топлива. Без этого невозможно создать топливно-энергетический комплекс с показателем EROI больше 13, способствующий устойчивому развитию мировой экономики.

Поэтому политика властных структур всех уровней для успешного энергетического перехода должна быть направлена на снижение энергоемкости ВВП, носить долговременный, а не популистский характер и включать в себя различные финансовые и экономические механизмы, административные и пропагандистские мероприятия, направленные на повышение мотивации всех участников рынка энергоносителей и отдельных граждан по бережному отношению к энергоносителям и к природной среде в целом. Это должно обеспечить не дискриминационный надежный доступ всех жителей Земли к энергоресурсам без учета социального положения и региона проживания, достаточных для обеспечения комфортных условий жизни и поддержания работоспособности и здоровья.

В этой связи, все вопросы, связанные с решением этой чрезвычайно сложной, политизированной проблемы требуют дальновидных подходов и длительных переговоров. Чтобы учесть большое число реальных и надуманных, зачастую корыстных, ограничений и требований большого числа участников этого процесса необходим упорный поиск компромиссов.

В этом и только в этом весь смысл энергетического перехода, который должен быть осуществлен до средины нашего века в интересах населения, а не отдельных транснациональных компаний и коррумпированных групп. Иначе попытки решить проблему в одностороннем порядке приводит мир к нескончаемым конфликтам и даже войнам. Примеров этого достаточно.

Список литературы

1. *Khuzmiev I.* COVID-19 Will Change the World PROCEEDINGS 4th International Scientific-Practical Online Conference Formation of a Comfortable Mediterranean Environment Association of inventors of Israel. г. Нетания. December 7-10, 2020, p. 58-68.
2. *https://regnum.ru/news/innovatio/2196128.html.* Какая ядерная энергетика нужна России, чтобы сделать всех. Александр Просвирнов. 27 октября 2016.
3. *Прогноз* устойчивого развития мировой энергетики до 2050г. *https://ecoteco.ru/id745*
4. *Хузмиев И.К.* Цифровая энергетика основа цифровой экономики Автоматизация и IT в энергетике". 2018, №2, с. 5-10.
5. *Zeke Hausfather.* State of climate: 2021 sees widespread climate extremes despite a cool start 26 July 2021 *https://www.carbonbrief.org/state-of-the-climate-2021-sees-widespread-climate-extremes-despite-a-cool-start*
6. *Olav Kivirand*. Руководитель Lillek la Selts (Эстония *https://www.lillekylaselts.ee/lillekula-seltsi-programm/*) Доклад: Двуокись углерода, 2021, Таллин.
7. *Александр Ивантер, Сергей Кудияров*. Сказки парижского леса, "Эксперт", 2017, №26 [1035]. *https://expert.ru/expert/2017/26/skazki-parizhskogo-lesa/*
8. *Леплинский Ю.И.* Использование экологической мифологии в целях придания легитимности процессу глобализации. Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (Санкт-Петербург). 2018, №3(25), с. 36-40.
9. *Altybayev A.N., Khuzmiev I.K.* On the issue of carbon-free energy. INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENTIFIC RESEARCH. Nur-Sultan, Kazakhstan. 2021, october 23-24, p. 91-100.
10. *Александр Городницкий.* Конец мифа о глобальном потеплении. 28 сентября 2019. *https://regnum.ru/news/polit/2732877.html*

11. *Наталия Лескова.* Бизнес на озоновой дыре. Независимая газета. М.: 13 апреля 2006.
12. *Гассиева О.И., Хузмиев И.К., Шевчук А.В.* Информационные технологии – инфраструктура “зеленой” экономики. Использование и охрана природных ресурсов в России. 2017, №1(149), с. 3-6.
13. *Хузмиев И.К.* Цифровая энергетика – новая инфраструктура Экономики 4.0. “ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение”. 2017, №4(43), июль-август, с. 8-12.
14. *Хузмиев И.К.* Кризис, что дальше? Вести в электроэнергетике. 2020, №3(107), с. 53-55.
15. *Хузмиев И.* Устойчивого развитие. Научные труды ВЭО РФ. М-В. 2013, т. 177, с. 15.
16. *Павлов А.* Переход к новой энергетической политике. “Электроэнергия. Передача и распределение”. 2016, №4, с. 136.
17. *Хузмиев И.К.* Блокчейн в электроэнергетике. Вести в эдектроэнергетике. М.: 2021, №3, с. 53-59.
18. *Хузмиев И.К.* Переформатирование электроэнергетики России СРоссия: тенденции и перспективы развития. Ежегодник. Вып. 12 / РАН. ИНИОН. Отд. науч. сотрудничества. Отв. ред. В.И. Герасимов. М.: 2017, ч. 3, с. 434- 438.
19. *Хузмиев И.К.* “Умные” сети и биржевая торговля электрической энергией. “Энергия: экономика, техника, экология”. РАН. М.: 2014, №9, с. 28-34.
20. *Вентцель Е.С.* Исследование операций: Задачи, принципы, методология. Учебное пособие. М.: Дрофа. 2004, с. 260.
21. *Altybayev A.N. huzmiev I.K.* On the issue of carbon-free energy INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENTIFIC RESEARCH. Nur-Sultan, Kazakhstan. 2021, october 23-24, p. 91-100.
22. *В. Костюков, И. Хузмиев.* Возобновляемые источники энергии. М.: ИКАР. 2009.
23. *Хузмиев И.* Водород как энергоноситель “за” и “против”. Вести в электроэнергетике. 2022, №1(117), с. 48-53.
24. *EROI* of Global Energy Resources. Preliminary Status and Trends. (November *https://horseman5th.files.wordpress.com/2013/09/eroi-of-global-energy-resoruces.pdf*).
25. *Jessica G.Lambert, Charles A.S.Hall, Stephen Balogh, Ajay Gupta, Michelle Arnold.* Energy, EROI and quality of life Energy Policy Volume 64, January 2014, p. 153-167.
26. *Китай.* Брифинг, 10 марта 2022: Изменения энергетических целей; Угольные директивы Си; Анализ ‘рекордно высокого’ потребления угля *https://www.carbonbrief.org/china-briefing-10-march-2022-changes-to-energy-targets-xis-coal-directives-analysis-on-record-high-coal-consumption*
27. *Города-призраки* Китая: зачем власти строят их? *https://world-china.ru/goroda-i-dostoprimechatelnosti/goroda-prizraki-kitaya-zachem-vlasti-stroyat-ih/*

Хузмиев Измаил Каурбекович *– Член Сената ВЭО РФ.*