

Цифровизация цивилизации как «большой энергоинформационной системы»

*Бушув В.В. - д.т.н., профессор, генеральный директор
Института энергетической стратегии*

Энергетика в наше время становится системой жизнеобеспечения устойчивого развития общества, а в совокупности с цифровизацией определяет условия жизнедеятельности цивилизации как «большой энергоинформационной системы».

Следует подчеркнуть, что новые термины определяют единство формы и содержания гибридного мира, в котором мы живем: мира физических реалий и виртуальной действительности. Так, цивилизацию (*ци* – энергия; *вил, вл* – владение) можно определить как совокупность природного и рукотворного энергетического потенциала, а также как его энергетическую реализацию и расширенное воспроизводство нового общественного (национального) богатства, являющегося информационным капиталом общества, определяющим новые возможности устойчивого развития социоприродной системы (природа – общество – человек). При этом использование восточного философского понятия «*ци*» как энергии в отличие от европейского «*ерг*» как работа означает, что и физическая силовая энергия и «тонкая» энергия человека составляют единство процессов в реальном и виртуальном мире. Это единство определяет иную форму (информацию) отображения мира на уровне вербальных (математических) моделей. Цифровизация (*ци* – совокупная физическая и тонкая интеллектуальная энергия, включая и когнитивные процессы в сознании человека; *фр* – форма) есть модельное представление единого энергоинформационного мира новой цивилизации.

При этом цифровизацию нельзя рассматривать только как техническое дооснащение реальных физических систем новыми компьютерными устройствами, ускоряющими процесс выработки и принятия решений (в том числе и при роботизации – без участия человека). Цифровизация – не есть новый этап промышленной революции (индустрия 4.0), как иногда это представляют сторонники нового технологического уклада в общественном развитии. Новый технологический уклад – это переход от микротехнических схем (нейроподобных микрочипов) – к микробиологическим (бионическим) устройствам, создающим новые

возможности (новый потенциал) для реализации различных энергетических и энергоинформационных процессов.

Цифровизация же реализует эти возможности для формирования единого гибридного мира – реалий и виртуальной действительности.

Если раньше эти два мира существовали параллельно – предметный мир физических устройств с силовыми энергетическими процессами и мир, умозрительно отображаемый в сознании человека, то сегодня с помощью цифровизации как особой формы энергоинформационных представлений происходит интеграция формы и содержания, модели и самого объекта, машины и человека в единую энергетическую (человеко-машинную энергоинформационную) систему.

Материальный мир – это мир суровой действительности, где во главу угла ставилась проблема физического выживания, а затем – проблема материального благополучия как базы для развития человека и общества. На смену физическому овладению дарами природы пришли новые технологические уклады, позволяющие увеличить потенциальные возможности человека в силовых процессах, скорости передвижения, коммуникационных связях. Одновременно с ростом производительных сил менялась и форма общественных отношений, что вместе создавало новую цивилизацию как большую энергетическую систему и условия для ее дальнейшего развития.

Отхожий промысел, включая и освоение новых территорий с новыми ресурсами и новыми промыслами, сменился веком оседлости и развития сельскохозяйственного, а затем и промышленного производства. Это привело к качественно новым возможностям энергетического развития общества. На смену естественной миграции людей в поисках лучших земель и колониальным набегам по приумножению территорий пришла эра торгового и промышленного развития, включая не только способы приумножения национального богатства и личной собственности, но и обогащения человечества новыми техническими открытиями, расширяющими материальную базу социоприродной и технической цивилизации. Мир локальных поселений сменился периодом роста городов и урбанизации человеческого общежития. Мир империй сменился локальным самоуправлением территорий. Мир интересов государства как формы защиты и организации жизни человеческого сообщества сменился миром торговли и рыночных отношений. Бизнес-структуры теснят государственную машину в мировых производственных и социальных отношениях, создавая новые организационные условия для развития цивилизации.

Век пара и машин сменился веком электричества и связи, век агротехники уступает место агрохимическому производству генно-модифицированных продуктов, век земных коммуникаций – освоению космоса. В двадцатом веке электрификация стала не только материальной базой организации нового общества, но и основой его социального обустройства. Недаром основной лозунг советской власти был: коммунизм – это есть советская власть плюс электрификация всей страны. На основе электрификации был преобразован весь уклад страны. Была создана мощная индустриальная база, позволяющая и до сих пор держать потенциал промышленного развития. Бурный рост производительности труда был обеспечен как возможностями электрификации, так и организацией конвейерного производства на крупных предприятиях. Из страны сохи и лопаты Россия за счёт электрификации и планомерной централизации производства и жизни быстро выросла в индустриальную и космическую державу, до сих пор не растерявшую свой военно-промышленный и организационно-технологический потенциал.

Исторически на сегодняшний день в мире сложилось три главных варианта цивилизаций:

- Атлантическая (на территории Западной Европы и частично Северной Америки), где при слабом природно-ресурсном энергетическом потенциале за счёт частной собственности и стремления к материальному благополучию сложился индустриально развитый мир и слабый посыл к идейному прогрессивно общественной жизни;

- Восточно-Евразийский с богатыми природными ресурсами, обширной территорией и коллективисткой (включая имперский вариант) формой общественного обустройства;

- Исламский мир (Ближний Восток), где богатый ресурсный капитал сочетается с доминированием религиозных отношений во всех сферах жизни, что создаёт свой потенциал для физической и духовной жизнедеятельности населения, несмотря на слабость материальной базы для развития.

Но времена меняются – и цивилизация становится все больше не только энергопромышленной системой, но и системой с развитым культурным и интеллектуальным потенциалом.

Параллельно развитию новых технологий материального производства человечество всегда жило в мире виртуальных иллюзий – религиозных и политических представлений, мире мифов и фантазий, мире интеллектуальных и культурных открытий и поисков нового смысла жизни, дополняющих реальное материальное бытие.

Наскальные рисунки были не только художественным отражением бытия древних людей – они были воплощением единства практической жизни охотников и анималистики – образного представления объектов и субъектов охоты – животных и человека. Наблюдения за природными явлениями и их отображения в сознании «звездочетов» заложили основы не только астрологии, но и многих практических наук. Древние мифы и сказания не менее чем материальные артефакты воссоздают историю древних цивилизаций.

«Познай человека – познаешь Вселенную» – говорили древние мудрецы. И они заложили единое понимание энергетических процессов в космосе, на земле и в теле человека. Цивилизация и есть это единство природных начал, трудовой деятельности и образного мироощущения жизни.

Начиная с середины прошлого века с развитием новых микротехнологий обработки больших массивов данных о внешнем мире и о внутренних образных отображениях этого мира в сознании человека появились возможности универсального представления реального и умопостигаемого миров с помощью информационных моделей. Если вначале кибернетические модели отражали только единство процессов связи и управления в природе и технике, в организации производства и в культуре, то в более общем виде энерго-информационные модели стали отражением системного единения объектов и субъектов (природы, машины и человека), а их реальное воплощение стало возможным благодаря цифровизации всех цивилизационных процессов.

Цифровизация – это не просто новая техническая (вычислительная) реализация информационных моделей; это – новое энергоинформационное представление цивилизации как гибридного материального и умопостигаемого мира. Главное – не в объеме и скорости вычислений, достигаемых современной компьютерной техникой, а в той универсализации представлений самих физических объектов и их информационных моделей, которые стали возможными при использовании этой техники.

Цифровой мир стал отражением гибридного мира реалий и образов. Литература как отражение мира в сознании человека, стимулировавшая читателя мыслить образами, «уступила» место телевизионной картинке, где реалии и их техническое воплощение стали единым целым. «Заговорившая» цифровая картинка стала вытеснять традиционное письмо, предав забвению грамматику и слово. Физические игры все больше уступают место онлайн-играм, а спорт – фитнесу.

Википедия заменила библиотеки. Интернет как мощная сетевая структура стал не только средством поиска информации, но и источником самообновляющихся знаний.

Форумы и личные встречи коллег по общему «цеху» во многом оказались вытеснены интернет-конференциями с удаленным доступом участников. Личные общения людей стали заменяться социальными интернет-сетями, а доверительные личностные письма – безличными месседжами.

Торговля реальными товарами перешла к появлению интернет-магазинов и развитию «интернета вещей», в том числе и «интернета-энергоносителей». А денежные операции стали вытесняться банковскими транзакциями. Цифровое компьютерное моделирование пришло на место художественному рисованию и архитектурному проектированию зданий и сооружений, конструированию и развитию образного мышления.

Хорошо это или плохо – но это факт в нашей жизни. И если раньше магистральный путь развития человеческой цивилизации был связан с развитием творческих начал Homo sapiens, то сегодня само «творчество» стало компьютеризованным, соединяющим замысел и вымысел, физическое развитие и информационное моделирование. Цивилизационное развитие все больше стало опираться не на природные ресурсы и материальную производственную базу, а на использование нового информационного потенциала, интегрирующего реальный мир и виртуальную действительность.

Наша цивилизация уже стала «большой энергоинформационной системой», и ее развитие (включая как эволюционный рост, так и инволюционную деградацию) – это интеграция (гибридизация) жизни на пути слияния физических процессов энергоматериальных трансформаций и информационных процессов формирования нового потенциала устойчивого развития. Устойчивость – это не стагнация, а непрекращающееся развитие, основанное на эффективном использовании и расширенном воспроизводстве энергоинформационного потенциала цивилизации.

Развитие цивилизации – это параллельный процесс развития техники и интеллектуального моделирования самой жизнедеятельности общества.

Бурное развитие кибернетики в середине 20 века привело к иллюзии перехода от промышленного к постиндустриальному развитию. Многие предприятия индустриально развитых стран мира стали переноситься в страны «третьего мира» с дешевыми ресурсами и низкой стоимостью рабочей силы. Но это привело

лишь к росту безработицы в развитых странах и к быстрому выравниванию стоимости природных и трудовых ресурсов в странах третьего мира. Поэтому в конце 20 века начался процесс «возврата» промышленного капитала в странах метрополии. Но это была не просто реиндустриализация – возврат к старой структуре экономики, а неоиндустриализация – развитие новой промышленности, соединяющей производственные предприятия с новыми информационными технологиями.

Развитие цивилизации как природно-ресурсного и производственно-культурного феномена, а также энергоинформационной системы, реализующей исходный энергетический потенциал и осуществляющей накопление необходимого информационного капитала для дальнейшего развития осуществляется не по плавной траектории, а в виде фрактальной структуры, методом поочередных подъемов и спусков.

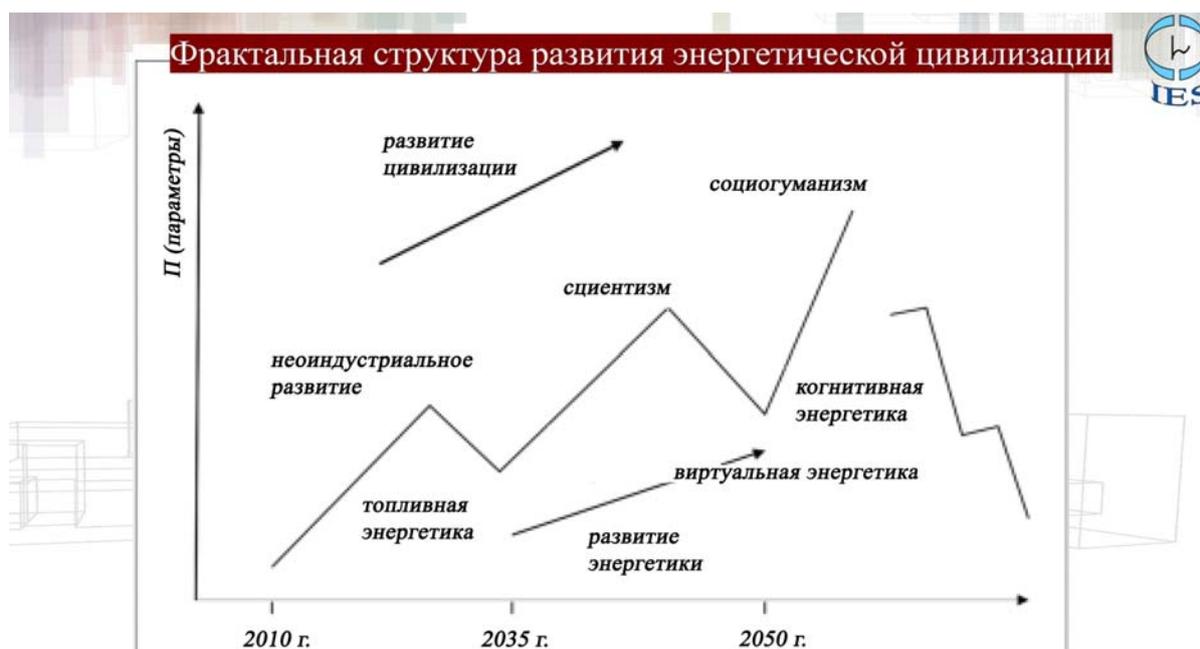


Рис.1. Фрактальная структура развития энергетической цивилизации

Следующим этапом развития цивилизации станет по-видимому сциентизм – рост интегральных показателей на основе научных знаний: в том числе на основе освоения природоподобных технологий материальной и организационной формы общественного капитала. Энергетической основой этого этапа развития цивилизации станет т.н. «виртуальная энергетика», когда генерация и потребление будут осуществляться одновременно. Уже сегодня многие потребители переходят не просто на энергетическое самообеспечение, а реализуют в общую сеть

излишки самогенерации за счёт внутренних ресурсов (в том числе и отходов промышленной деятельности). Примером такой энергетики станут и электромобили, работающие и в режиме генерации и в режиме энергопотребления.

Но бурное развитие цифровизации и освоение с ее помощью новых знаний о человеке и его роли в общественной жизни приведут уже к середине 21 века к развитию социогуманизма как очередного этапа человеческой цивилизации. При этом параметры такого развития – это пока количественно неопределенные индикаторы, имеющие не только физическое, но и виртуальное измерение. В частности, цифровизация, позволяющая «сравнивать несопоставимое», позволяет количественно выражать эти интегральные показатели в виде суммы общественного блага (национального богатства – НБ), учитывающего различные составляющие капитала общества. Так, проведённые нами оценки структуры и величины НБ России показали, что его суммарная величина состоит примерно из трёх равных частей: 34% приходится на природные ресурсы, 30% – составляет социально-производственный капитал (в котором доля основных производственных фондов занимает всего 1,5%, а основную величину занимают показатели социальной организации общества); 36% – величина человеческого капитала. В свою очередь, человеческий капитал на 12% состоит из витального (врожденного) потенциала, на 14% – из интеллектуального на 12% – из духовного капитала населения страны.

Каждый из этапов цивилизационного развития сопровождается соответствующим развитием энергоинформационных систем. Уже в течение первой половины 21 века мы будем свидетелями перехода от топливной энергетики и ВИЭ для неоиндустриального развития к развитию прямых способов получения энергии из окружающей среды, а затем – широкого использования арсенала когнитивной энергетики, в которой мысль и физические процессы трансформации энергии космоса станут взаимодополняющими ресурсами.

Энергетическое обеспечение неоиндустриального развития потребовало перейти от жестко централизованных энергетических систем с крупными энергоисточниками к системам, сочетающим централизацию и децентрализацию энергоснабжения. Это соотношение оказалось эмпирически близко к соотношению «золотого сечения». Эмпирически установлено, что для систем с плотностью электрических нагрузок свыше 40 кВт на 1 кв. км, более выгодно применение централизованных систем энергоснабжения в соотношении 0,62 : 0,38 (золотая пропорция) по отношению к

использованию автономных и распределённых энергоисточников. Если же плотность нагрузок – менее 10 кВт на 1 кв. км, то преимущество следует оставлять за децентрализованными системами (в обратном соотношении 0,38 : 0,62. Разумеется, большая неравномерность плотности нагрузки по территории, особенно в регионах Северо-Восточной Азии не позволяет однозначно решать вопросы приоритетного применения тех или иных систем. Поэтому если в условиях Западной Европы (Атлантической цивилизации) столь широко стало развиваться применение децентрализованного энергоснабжения с использованием ВИЭ и других источников малой генерации, то в России эта тенденция не столь очевидна. В зонах промышленного развития (вдоль железнодорожных и трубопроводных энергетических коммуникаций на Тихоокеанское побережье), где сосредоточены территориально-производственные комплексы и территории опережающего развития) перспективной является схема Азиатского энергетического кольца (рис. 2), представляющая собой систему «сборных шин», к которой присоединяются крупные энергоисточники и крупные потребители.



Рис.2. Азиатское энергетическое кольцо.

Для управления режимами работы такого кольца потребуются внедрение активно-адаптивных интеллектуальных преобразовательных систем, которые будут выполнять часть функций технических преобразователей энергии (фазоповоротных систем, выпрямительно-инверторных подстанций,

сверхпроводящих индуктивных системных накопителей). Необходимо отметить, что это не означает наращивание в таких системах избыточной компьютерной техники, которая сама может стать причиной развития системных аварий и нарушения условий кибернетической безопасности работы электроэнергетики. Известно, что большинство системных аварий в энергетике Сибири стало следствием несогласованных и неправильных действий автоматики.

В то же время вблизи арктического побережья, в Якутии и на Камчатке найдут более широкое применение локальные энергоисточники, в том числе малые ГЭС, атомные мобильные установки, солнечные и ветроустановки, геотермальные станции. Локальные и децентрализованные системы в Европе потребуют для обеспечения надежности интеграции с магистральными сетями высокого напряжения, а в условиях российского Дальнего Востока потребуются освоение системных и локальных накопителей энергии и развитие «активных потребителей» для регулирования переменного графика нагрузки в системах. Тем самым уже на современном этапе энергетические системы энергоснабжения перерастают в энергоинформационные системы, а цифровизация электроэнергетики становится важнейшей задачей технического и экономического управления жизнеобеспечением территории. Цифровизация обеспечивает синергетический эффект энергоинформационного развития энергетической цивилизации, обеспечивая не только поставки электроэнергии потребителям в достаточном объёме, достаточного качества и по доступным ценам, а создаёт самонастраивающиеся, самоуправляемые, а в будущем – и саморазвивающиеся энергетические комплексы, интегрирующие физические установки (преобразователи соловых процессов), информационные системы управления в темпе процесса и даже с упреждением (за счёт применения быстродействующих моделей, опережающих протекание естественных процессов), а также когнитивные процессы, отражающие роль творческой личности диспетчера в таких энергетических (человеко-машинных) системах.

Цифровизация позволяет осуществить переход от энергоинформационных к киберфизическим системам, где кибернетическое управление является не надстройкой над физическими объектами, а особой частью организации энергетических процессов. Так, график нагрузки будет обеспечен не только и не столько силовыми резервными мощностями, а управлением накопителями; избыточный сбор и обработка информационных сигналов будет заменена системой компьютерного оценивания состояния энергетических объектов и

запасов устойчивости, а живучесть системы (даже при ненадежных физических элементах) будет обеспечена структурными трансформациями энергетических связей и коммуникаций.

При цифровизации возникает возможность и необходимость диверсифицировать структуру физических и рыночных отношений между всеми субъектами и объектами энергетических систем за счёт более широкого использования сетевых структур и интернета энергоносителей.

В сетевых структурах возникают широкие возможности реализации мультиагентного управления, не сводя дело к централизации информационного и диспетчерского управления. Зона ответственности и точки локализации управления могут определяться не заранее запрограммированным путём, а формироваться в темпе процесса функционирования и развития энергоинформационных и киберфизических систем.

С развитием цифровизации энергоинформационные системы все больше будут становиться эргатическими системами (рис.3), где человек и машина станут единым комплексом, где мысль человека станет не только управлять физическими процессами, но и заменит часть из них. Так называемая когнитивная энергетика – это следующий этап энергетического обеспечения социогуманистической цивилизации. Человек станет одновременно и идейным творцом и мультиагентным оператором для генерации энергоинформационных процессов, а информационные сети станут модельной разновидностью энергетической инфраструктуры. При этом отношения между моделью и реальным объектом будут осуществляться с помощью голографических связей.



Рис.3. Эргатическая система.

Отличительной особенностью цифровизации в энергетике является сращивание физических и экономических отношений между субъектами энергетического рынка. Так, финансовые потоки (расчеты за поставки мощности и предоставление энергетических услуг) могут отличаться по своей направленности от физических потоков за счёт внедрения блок-чейн технологий распределённого реестра цифровых связей. Более того, эти технологии позволяют «сопоставлять несопоставимое», приводя к единым формам транзакционных символьных операций процессы различной природы: переточки электроэнергии и поставки комплектующих, инвестиционные ресурсы и инновационные решения, организационные решения и геополитические сигналы.

Цифровизация в экономике приводит к смене товарно-денежных отношений на систему связей: продукт – цифра – услуга. Деньги уступают место цифровым транзакциям, развивающим отношения между поставщиками и потребителями интернета вещей и энергоносителей, новых услуг и «умных продуктов». Киберфизические системы будут оперировать не с денежными бумажными суррогатами, а с криптовалютой, более адекватно отражающей не интересы эмиссионных валютных центров, а генерируемыми на базе электрических центров интеллектуальных информационных майнинг-центров. Криптовалюта более адекватно отражает роль энергоинформационных посредников в продуктовых и виртуальных поставках.

Тем самым более полно реализуется основная идея цивилизационного развития – совмещения материально-энергетического и информационно-интеллектуального, организационного и человеческого капитала как потенциала устойчивого развития и системы жизнедеятельности природы, общества и человека как единого планетарного Дома – Экоса (от греческого *oikos* – дом, жилище, местопребывание). Недаром В.Даль определял цивилизацию как общежитие на земле, а от слова «экос» древние греки выводили такие понятия как экономика – система хозяйствования, экология – система гармонии и эко (эрго) – система жизнедеятельности личности в социоприродной среде.