

УДК 001.6:620.9

В.В. Бушуев¹

КОГНИТИВНЫЙ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФОРСАЙТ

Целевое видение (форсайт) энергетических трансформаций определяется исходя не из собственной эволюции энергетики, а из общих тенденций развития цивилизации и новой роли энергетики в системе «природа – общество – человек».

Энергетика становится не только средством жизнеобеспечения, но и фактором жизнедеятельности. Человек, как главное действующее лицо этой системы, формирует свое энергетическое будущее на основе собственных когнитивных представлений о потенциальных возможностях и новом структурном образе энергетической цивилизации, действующих силах и гармонизации материальных и духовных приоритетов энергетического развития. При этом субъективность индивидуального человеческого мышления дополняется и нивелируется учетом общих закономерностей развития цивилизации. В статье рассматривается инновационный (организационно-технологический) подход к целевому видению энергетики будущего и построению его когнитивного образа.

Ключевые слова: энергетика, форсайт, техноценоз, когнитивный подход, интеллектуальное прогнозирование.

Кризис 2010-х годов знаменует собой начало нового цивилизационного этапа развития человечества. Цивилизация (от *ци* – энергия, *вил*, *вл* – владение) – это, по большому счету, энергетическая метасистема, характеризующаяся комплексным (ресурсным, материальным, технологическим, социальным, культурным и интеллектуальным) потенциалом и его эффективным использованием для устойчивого и гармоничного развития триады «природа – общество – человек». В этой метасистеме человек является не только одной из составных частей, он является координатором этого развития, формируя целевое видение (форсайт) новой цивилизации, осуществляя выработку приоритетов и направлений эволюции, а также механизмов трансформации энергетики из системы жизнеобеспечения в систему жизнедеятельности в окружающей социоприродной среде.

Энергетическая трансформация охватывает все виды используемого потенциала, переход от доминирования ресурсного фактора к неоиндустриальным (энергоинформационным) системам, а впоследствии к интеллектуальной социогуманитарной энергетике.

Энерготехнологический форсайт предполагает, что новый этап развития цивилизации будет характеризоваться увеличением роли и

значения человеческого капитала в качестве наиболее эффективной формы энергетического потенциала. Человек будет все в большей степени становиться не только главным действующим лицом этой трансформации, но и объектом новой энергетики. Человеческий фактор становится главным и при выборе идеологии (направлений) энергетической трансформации, и методологии форсайта, основанной на использовании мыслительных алгоритмов целевого видения образа будущей энергетики как системы жизнедеятельности.

Целевое видение будущего, в центре которого человек – одновременно индивидуальное и коллективное существо, предполагает, что для выработки форсайта необходим новый подход, основанный на когнитивном представлении перспективы как цельного образа триады «природа – общество – человек».

Когнитивность – это способность человека воспринимать внешний мир путем образного мышления и выстраивать алгоритм формирования этого образа путем интеллектуального прогнозирования. Этот вид прогнозирования дает не количественные оценки тех или иных параметров, характеризующих будущее, а структурный образ этого будущего, получаемый умозрительным путем. Когнитивность

¹ Виталий Васильевич Бушуев – генеральный директор Института энергетической стратегии, д.т.н., профессор, e-mail: vital@df.ru

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

форсайта определяется не усредненными значениями экспертных оценок прогнозистов, а способностью человека сформировать собственное целостное видение будущего.

Этот образ будущего зависит от понимания человеком-прогнозистом общих тенденций развития цивилизации, его умения не потеряться в частностях, его представлений о гармонизации материальных и духовных начал энергетической жизнедеятельности в системе «природа – общество – человек». Социоприродная и социотехническая среда – это единый мир, в котором развивается жизнь человека. И очень важно, как он воспринимает этот мир и его неизбежную трансформацию, как он встраивает себя в этот изменяющийся мир и что он должен делать для гармонизации своего «Я» и окружающей среды. Взгляд на этот мир отражает и общее мировоззрение, и когнитивный образ мышления и поведения индивидуума. При этом формирование будущего невозможно в деталях, но осуществляется по неким общим законам развития.

Ключевым для форсайта является учет как минимум двух базовых закономерностей:

1) прошлое, настоящее и будущее по своей структуре подобны (обладают временной фрактальностью);

2) любая система составляет часть более сложной, но структурно подобной метасистемы (обладают пространственной фрактальностью: «что наверху, то и внизу» – принцип Трисмегиста).

Принцип пространственно-временной фрактальности является общим структурным свойством социоприродной среды и отражается в виде волновой конструкции Эллиотта: трех волн, определяющих движущую фазу развития и двух корректирующих волн угасания процесса. Математической основой этих волн Эллиотта служит последовательность Фибоначчи, отражающая золотые пропорции между плечами этих волн [1].

Известно применение этого структурного подхода к обоснованию закономерностей развития мировой динамики в XX и XXI вв. [1], экономифизике [2], при прогнозировании социальной динамики [3], мировых цен на нефть [4] и в других сферах.

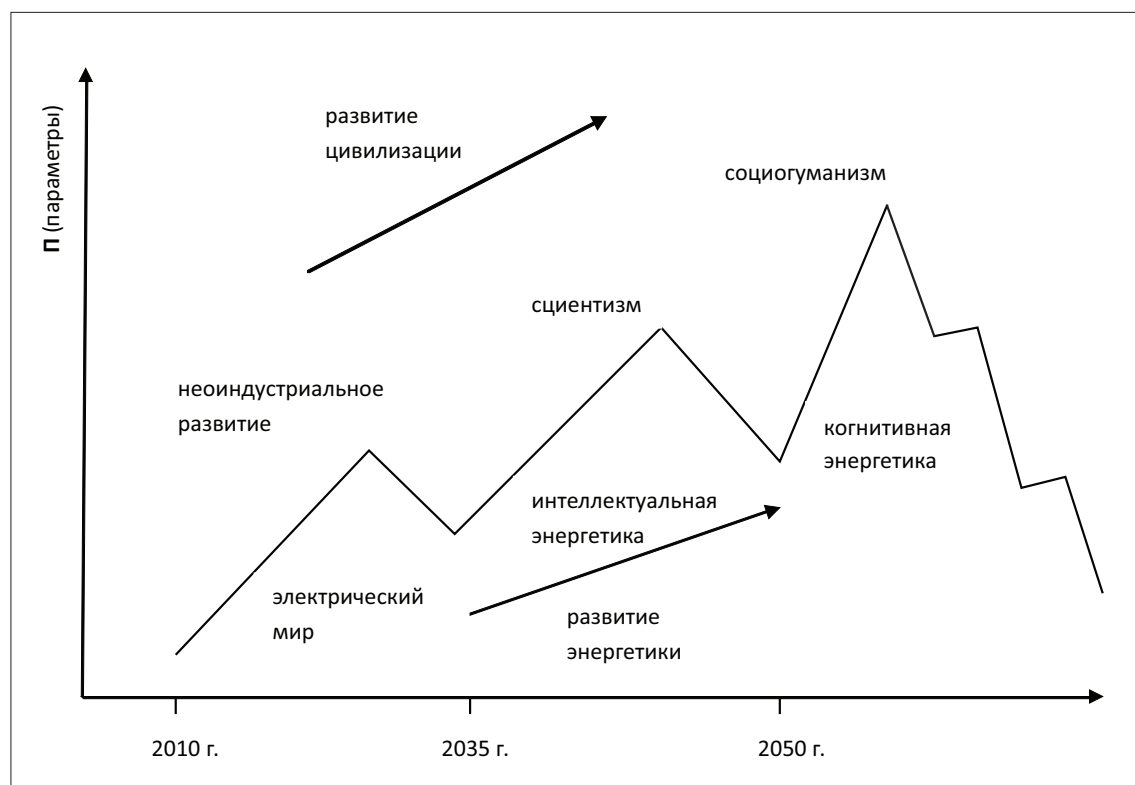


Рис. 1. Фрактальная структура развития цивилизации и новой энергетики

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Близкий по смыслу подход был использован Ю.А. Плакиткиным при прогнозировании новых технологических укладов в энергетике [5]. В данной статье показано, как когнитивные структурные представления позволяют формировать энерготехнологический форсайт. Фрактальная структура развития цивилизации и соответствующий образ новой энергетике приведены на рис. 1.

Нынешняя волна неоиндустриального развития переходит в волну сциентизма (научной революции) и социогуманизма. Соответственно, развитие энергетики идет от сегодняшней многоукладной энергетики и доминанты электрического мира к интеллектуальной энергетике и когнитивной энергетике (энергии мысли).

Искусство интеллектуального прогнозирования заключается в том, чтобы правильно разместить на общей траектории мировой динамики начало и узловые точки волновой конструкции Эллиотта. Пока не выработано каких-либо общих правил аппроксимации прошлой динамики набором таких волн, а, следовательно, и учет размещения этих волн на будущей траектории.

Выбор начала этой волновой конструкции остается в значительной степени делом субъек-

тивным, как и собственно процесс когнитивного мышления.

Единственное, что позволяет аргументированно представлять эту конструкцию – это правило, что система завершает очередной цикл своего текущего существования, входя в «режим обострения», когда динамика изменения тех или иных параметров системы начинает меняться очень интенсивно (рис. 2). Следует ожидать, что продолжение этой тенденции привело бы систему к экспоненциальному росту (демографический взрыв начала XXI в., резкий рост экономики и спроса на энергию, особенно в Китае и странах АТР в первом десятилетии XXI в., глобальное потепление, ажиотаж с нефтяными ценами, информационный бум и т.д.).

Поэтому общий кризис 2010-х годов естественно должен вызвать переход на новую волну развития, в том числе и энерготехнологического, с новым жизненным (социальным и технологическим) циклом. Подобно тому, как каменный век закончился не потому, что закончились камни, а по причине перехода к более эффективным энергетическим ресурсам, так и нефтяная эра переходит в этом жизненном цикле в стагнирующее состояние и замещается эрой газовой,

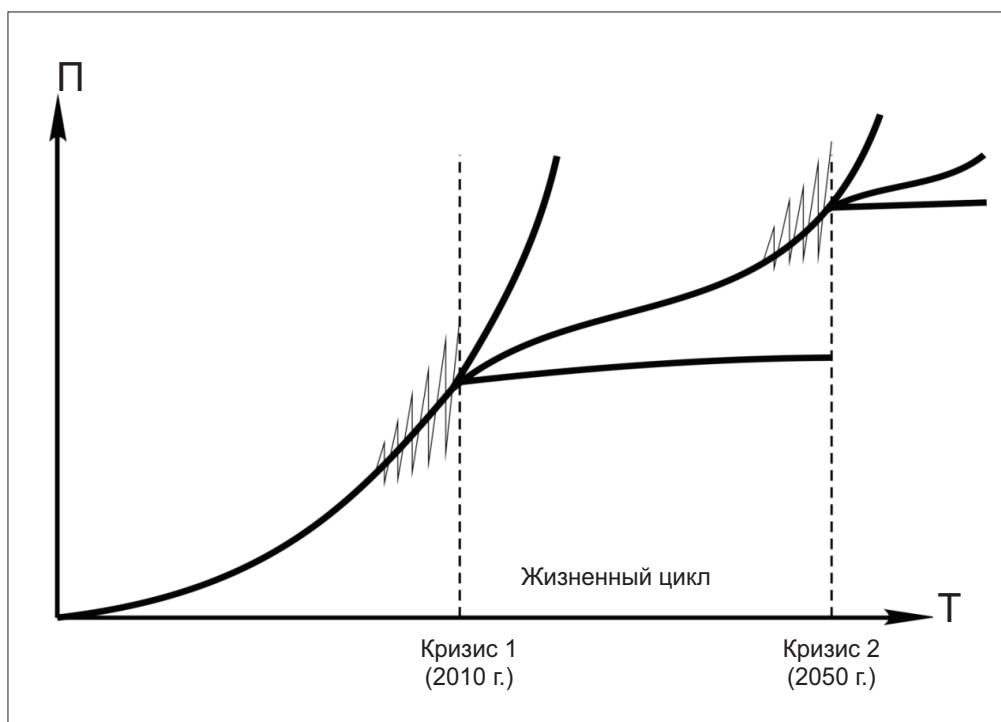


Рис. 2. От экспоненциальной к логистической кривой роста

нетопливной энергетики, с ориентацией на наиболее эффективный энергоноситель – электрическую энергию.

Эта ключевая «развилка» в тенденциях перехода к будущей энергетике: топливной или нетопливной, бензиновым или электромобилям, определяет тот или иной вариант энергетического развития. Какие бы количественные прогнозы, основанные на плавных регрессионных оценках, не делали представители МЭА или ОПЕК, консультанты Гринпис или КЕРА, признать ту или иную альтернативу будущей реальности невозможно, даже несмотря на то, что любое целевое видение будет субъективным. В данном случае речь идет не об общественном согласии в отношении будущего развития, а о некоторых закономерностях трансформации сложных систем с учетом человеческого фактора. Попробуем отметить некоторые из этих закономерностей применительно к энергетике как отражение того когнитивного видения, которое формируется в процессе интеллектуального прогнозирования.

Будущая энергетика, как минимум до конца столетия, будет многоукладной, состоящей из всех видов энергоисточников и состава потребляемых энергоносителей. Ведь в XXI в., несмотря на появление ракетно-космических транспортных средств, тепловозы и даже паровозы не списали в утиль. Несмотря на развитие Интернета печатное слово не ушло в прошлое. Появление атомной энергетики и развитие ВИЭ не отменило существование тепловой энергетики.

Поэтому, говоря о целевом энерготехнологическом видении будущего, следует иметь ввиду не альтернативы углеводородной или возобновляемой энергетики, централизованной или распределенной генерации тепла и электроэнергии, традиционных и нетрадиционных ресурсов нефти и газа. Следует акцентировать внимание на долевое соотношение нынешних источников и видов энергии и тех инновационных решений, которые получают более интенсивное развитие в будущем. Человек, если он не выдает желаемое за действительное, всегда понимает, что его жизнедеятельность будет одновременно проходить и в материальном мире, и в мире желаемых образов.

Чем масштабнее нынешние технологические уклады, тем они более консервативны и инерционны. Крупные объекты, такие как ГРЭС или АЭС, ГЭС или ТЭЦ менее подвержены радикальным технологическим изменениям, несмотря на появление новых источников, а инновации в большой энергетике всегда будут реализовываться заведомо более медленными темпами. Приливные станции, термоядерные реакторы, тригенерация, новые космические энергоисточники, даже если они будут обладать хорошими технико-экономическими показателями, всегда будут внедряться медленнее, чем инновации в малой энергетике. Во-первых, «большие инновации» более капиталоемки, обладают большими рисками и неопределенностью ожидаемого результата, чем венчурные проекты, где положительный эффект даже одного из десяти проектов уже оправдывает инновации в целом.

Во-вторых, инерционность и консерватизм является одной из характерных черт человеческого мышления, и потому когнитивное целевое видение будущего всегда сталкивается со стремлением к сохранению status quo по сравнению с коренной реконструкцией форсайта.

Поэтому все инновации будут реализовываться вначале на малых объектах, и только потом массово тиражироваться, если при этом будут получаться качественно новые эффекты. Психологически никто не будет существенно менять структуру и технологические элементы больших установок, если от этого нельзя ожидать качественно нового потребительского эффекта и последующего масштабного внедрения инноваций.

Если исходить из того, что средний срок службы энергетических объектов большой мощности – не менее 50 лет, что в 4 раза превышает срок окупаемости большого проекта, то на предстоящий полувековой период энерготехнологического прогноза следует ожидать как минимум сохранения 3/4 нынешнего уклада, и максимум – на 1/4 качественного обновления энергетической структуры. Для объектов малой энергетики следует ожидать более быстрой смены технологического уклада и качественно нового обновления структуры производства и потребления энергии. То же самое относится к обновлению структуры новых углеводородных

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

ресурсов. Даже с учетом естественного истощения действующих месторождений проблемы ресурсного дефицита не существует.

Повышение КИН (коэффициента извлечения нефти) с нынешних 30 до проектных 45-50% позволяет в 1,5-2 раза продлить срок их эксплуатации, а с учетом доразведки новых традиционных запасов углеводородного сырья не следует ожидать быстрее чем за 50 лет масштабного перехода к использованию качественно иных видов ресурсов (газогидратов, матричной нефти и т.п.). Сланцевая революция в США накапливала силы не менее чем 15 лет, и только сочетание новых геополитических установок (стремление к энергетической независимости) и технологических возможностей (горизонтальное бурение скважин) позволило быстро достичь определенных результатов. Хотя перенос этой революции в другие регионы (Польшу, Украину, Китай) практически не дал никаких результатов. Необходимо считаться с тем, что новые ресурсы и новые технологии их освоения имеют менее глобальное значение для мировой энергетики в целом. С учетом этого глобальный энергетический рынок (и ресурсный, и технологический) распадается на ряд региональных рынков.

При формировании банка данных новых технологий [6] для этого рынка необходимо считаться с тем, что определяющими для выбора и обоснования новой технологической системы станет не только целевой продукт, извлекаемый из природной среды, а и учет структуры и энергетических возможностей той среды, которую мы осваиваем. Так, наличие керогена в структуре баженовской свиты (российский аналог нефтегазоносной среды) обусловило то, что одной из наиболее эффективных технологических систем для освоения трудноизвлекаемых ресурсов стало применение газотермических методов. За счет создания высокотемпературных условий происходит разжижение нефтегазовых флюидов и их более быстрое улавливание в процессе добычи. Другим примером увязки технологий с особенностями нефтегазосодержащей породы является освоение так называемой матричной нефти. По сути, мы имеем дело с породой, уже содержащей не исходный нефтяной продукт, а некую полимеризованную структуру, подобную неким разновидностям продуктов, получаемых

из сырой нефти в процессе ее полимеризации при нефтепереработке. Осознанное использование нового ресурса в его уже переработанном самой природой виде позволяет по-иному подходить к связке «порода – технология – продукт» и формировать новую схему освоения комплексного природного ресурса. Подобные примеры имеют место при добыче шахтного метана, угля, содержащего редкоземельные материалы и другие ценные компоненты, гелийсодержащего газа и др.

Более того, содержащиеся в угольной золе после сжигания твердого топлива алюмосиликаты обладают высокими теплоизолирующими свойствами, что позволяет не только эффективно утилизировать все отходы, но и формировать технологический процесс сжигания угля по критерию максимального выхода нового продукта – алюмосиликатов. Подобного рода технологические задачи и возможности позволяют перейти от традиционной схемы подбора технологий под целевой продукт к выбору комплексной ресурсно-инновационной системы, решающей не одну, а множество задач. Такой путь целевого формирования технологической системы по своей сути близок к методам генной инженерии, когда синтез технологических систем из отдельных модулей с предварительным анализом исходного ресурса производится за счет интеллектуального формирования системы с заданными свойствами.

В третьих, эффект массового внедрения инноваций во многом носит психологический характер. Человек и общество воспримут лишь те инновации, которые сулят качественные изменения в образе жизни социума.

Электричество в начале XX в. стало основой промышленного и бытового переворота прежде всего в сознании людей. «Коммунизм есть Советская власть плюс электрификация всей страны» – этот лозунг плана ГОЭЛРО отражает прежде всего социальный заказ общества на новую энергетику, создающую качественно новые условия жизнедеятельности. Лампочка Ильича несла не просто свет в дома вместо лучины. Электрификация создала новый стиль жизни – переход к обобществлению труда, фабричному производству вместо кустарного ремесленничества.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Интернет в конце XX-го столетия дал Человеку новые формы общения со всем миром, и силовая энергетика стала энергоинформационной инфраструктурой жизнедеятельности.

В дальнейшем целесообразно говорить о тех инновациях, которые сулят человеку качественные преобразования его жизни. Это, прежде всего, переход к интеллектуальным системам, усиление когнитивных способностей роботов, внедрение методов генной инженерии не только в биологии, но и в конструировании человеко-машинных (эргатических) систем. При этом нельзя выдавать желаемое за действительное – необходимо познание того, что мы хотим использовать, какие ожидаемые результаты надеемся получить, и как осуществить эту трансформацию имеющегося потенциала в конечный результат.

Соединяя знания о структуре и потенциальных возможностях исходного ресурса и ожидаемые результаты использования конечного продукта, мы рассматриваем энерготехнологический форсайт как многоцелевую и многокритериальную задачу создания *техноценоза* [7] и *социоценоза*, под которыми следует понимать совокупность технических объектов человека и общества, а главное – связывающих их отношений, составляющих в целом замкнутую целенаправленную систему.

Особое значение при проектировании социо- и техноценоза играют информационные связи, формирующие структуру этого объединения и обеспечивающие ему признаки «живой» самообучающейся и саморазвивающейся системы. По сути дела, мы имеем дело с интеллектуальной системой, где информационная и технологическая части составляют единое целое и функционируют в соответствии с принципами когнитивного мышления.

Наиболее ярким и выразительным примером такого энергоинформационного техноценоза, а точнее человеко-машинного гомотехноценоза, является новый электрический мир потребителя.

Новый электрический мир является наглядной иллюстрацией того, как традиционное представление о форсированном развитии электрификации производственных процессов, транспорта и бытовой сферы перерастает из чисто количественного развития сферы электро-

потребления в новый образ поведения человека. Электроэнергия обладает тремя уникальными три «у»-свойствами: универсальностью, удобством и управляемостью. Универсальность означает, что она может заменить собой практически все другие энергоносители: тепло, моторное топливо, механические двигатели и даже химические процессы. Удобство электрических услуг позволяет обеспечить лучшее качество пище-приготовления, освещения, электроотопления и климат-контроля (регулирование тепла и холода, влажности и озонирования воздуха). А управляемость электрических процессов позволяет создать «умный» дом с интеллектуальным управлением всей системы жизнеобеспечения и жизнедеятельности.

Разумеется, за удобство надо платить, но замена распределенных тепловых сетей с большими потерями на электрические коммуникации, оперативное регулирование температуры в месте обитания человека, а не по всей кубатуре здания, замена бытовых газовых плит на электрические улучшает экологическую обстановку в жилищах, снижает аварийность системы энергоснабжения. А замена общественного автотранспорта на электрифицированные виды с аккумуляторными батареями качественно меняет социальную и экологическую обстановку в городах-мегаполисах.

Отличительной чертой нового электрического мира является переориентация всех распределительных сетей и так называемой «розеточной психологии» энергоснабжения на подключение потребителей к бытовым и системным накопителям энергии. Тем самым исчезает одна из особых наиболее разительных черт электроснабжения: одновременность производства и потребления энергии при прежней, казалось бы, невозможности «складирования» электрической энергии. Использование накопителей позволяет по-новому решить проблему пиковых нагрузок и необходимость разгрузки станций в ночные часы. Аккумуляторы позволяют «собирать» вместе энергию от распределенных источников, в том числе ВИЭ, и от централизованной генерации, повышая общую эффективность работы локальных и общих систем энергоснабжения, возможности самообеспечения и ответственность потребителя за собственное энергоснабжение.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Освоение системных накопителей большой мощности позволяет по-новому формировать структуру и режимы Единой энергетической системы ЕЭС-2.0, в которой силовые энергетические потоки вместе с сигналами управления создают новую энергоинформационную инфраструктуру в интересах интеграции регионов России и Евразийского союза в единое энергетическое пространство.

Перевод структуры ЕЭС-2.0 из множества физических энергокоммуникаций в энергоинформационное объединение позволяет повысить роль управляющих агентов и перейти к мультиагентному управлению с использованием верхнего уровня для мониторинга принимаемых решений, оценки рисков и арбитража локальных решений.

По сути дела, новая ЕЭС-2.0 – это новая человеко-машинная (эргатическая) система, пред-

ставляющая энергетику в роли когнитивной системы [8], формируемой и управляемой в соответствии с принципами человеческого мышления и поведения.

Новая энергетика – это симбиоз больших социотехнических систем и индивидуальных электрических «умных» установок для более полного учета всех жизненных устремлений как отдельного человека, так и всего общества. И это интегрированное целевое видение определяется когнитивным мышлением, соединяющим индивидуальные представления человека и его общее понимание энергетики как системы гармонизации жизни в триаде «природа – общество – человек».

Форсайт такой энерготехнологической и энергоинформационной системы – это новый взгляд на будущее нашей энергетической цивилизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кризис 2010-х годов и новая энергетическая цивилизация / под ред. В.В. Бушуева, М.Н. Муханова. М.: Энергия, 2013, 272 с.
2. Панченков А.В. Эконофизика. Н. Новгород, 2007. С. 314-404.
3. Бушуев В.В., Сокотущенко В.Н., Сокотущенко Н.В. Влияние солнечной активности на социально-политические события XX и XXI вв. М.: Энергия, 2013, 76 с.
4. Бушуев В.В., Конопляник А.А., Миркин Я.М. Цены на нефть: анализ, тенденции, прогноз. М.: Энергия, 2013, 344 с.
5. Плакиткин Ю.А. Цикличность инновационно-технологических процессов в глобальной энергетике – использование фракталов технологического времени для прогнозирования развития отраслей ТЭК мира и России // Энергетическая политика, 2014, № 6. С. 10-21.
6. Банк энергетических технологий. URL: <http://www.energystrategy.ru>.
7. Гнатюк В.И. Закон оптимального построения техноценозов – комп. версия. Изд. ТГУ – Центр стратегических исследований, 2005-2008.
8. Когнитивный подход: философия, когнитивная наука, когнитивные дисциплины / отв. ред. В.А. Лекторский. М.: КАНОН, 2008, 464 с.

Поступила в редакцию
18.08.2015 г.

V. Bushuev²

COGNITIVE ENERGY AND TECHNOLOGICAL FORESIGHT

Target vision (foresight) of the energy transformations is defined based not on the energy sector evolution as it is, by based on the general tendencies of civilization development and new role of energy sector in the system of nature, society and man.

Energy sector becomes not only the life-preserving facility, but also a factor of life sustaining. The human as the main actor of this system forms their energy future based on proper cognitive ideas of potential possibilities and new structural image of the energycivilization, main acting powers and harmonization of the material and spiritual priorities of the energy development.

The paper presents the innovative (organizational and technological) approach to the foresight of the future of the energy sector and building of its cognitive image.

Key words: energy, foresight, technocenosis, cognitive approach, intellectual forecast.

² Vitaly V. Bushuev – Director General with Institute for Energy Strategy, professor, Doctor of Engineering, *e-mail:* vital@df.ru