



Энерго-эколого-экономическая концепция устойчивого развития цивилизации

**Бушуев Виталий
Васильевич** —

профессор, директор
Института энергетической
стратегии, д.т.н.

**Громов Алексей
Игоревич** —

чл.-корр. РАН, член
Совета директоров
Института энергетической
стратегии, к. геогр. наук

Статья подготовлена
при финансовой поддержке
РФФИ в рамках гранта
на тему: «Разработка
геоцивилизационной
воспроизводственно-
циклической макро модели
и выполнение прогнозно-
аналитических расчетов для
обоснования системы целей
и стратегии глобального
устойчивого развития
на базе партнерства
цивилизаций».

В статье также
использованы материалы
М.А. Николаева.

XXI век — время формирования новой энергетической цивилизации — экоса. Экос — это триада «природа — общество — человек», ядром которой является энергетика, обеспечивающая как экономику (систему хозяйствования в социоприродной среде), так и экологию (систему гармонизации отношений в социоприродной среде). Единство трех «Э» на основе комплексного энерго-эколого-экономического подхода позволяет избежать противопоставления материальных и гуманитарных факторов развития.

Триада единства энергетики, экологии и экономики (концепция «Три Э»)

В последние годы взаимовлияние энергетики и общества, энергетики и экономики, энергетики и политики и, конечно же, энергетики и экологии продолжает усиливаться. Фактически происходит конвергенция энергетики с вышеуказанными сферами; данный процесс станет во все большей мере определять будущее мировой энергетики. Это выражается в следующих частных процессах:

• **Конвергенция энергетики и экономической сферы.** Энергетика становится не просто отраслью, обеспечивающей экономику ограниченным набором простых продуктов, но одним из научно-производственных комплексов, включающих весь жизненный цикл технологии от появления идеи через разработку до внедрения и массового применения. Формируются рынки не энергетических товаров, а энергетических услуг и технологий, а также управления ими.

• **Конвергенция энергетики и финансовой сферы.** Основные факторы динамики цен на энергетические ресурсы лежат вне собственно энергетики. Они определяются не балансом спроса и предложения, а ожиданиями относительно будущего движения мировой экономики (косвенно это определяет будущий баланс). Цены на энергоресурсы играют роль макроэкономического индикатора. Фьючерсный рынок нефти — образец энергетических рынков XXI в.

• **Конвергенция энергетики и технологий.** Энергетический фактор остается одним из определяющих драйверов развития современных технологий. Происходит активное внедрение энергетических процессов в неэнергетические технические системы в целях энергосбережения и побочного производства энергии в основных технологических процессах, распространение децентрализованных источников энергии, собственное производство энергии в домах и на предприятиях с перспективой перехода к «всеобщему производству энергии» и преобладания потребителей-производителей.

• **Конвергенция энергетики и экологической сферы.** Энергетика служит мотором экологической революции. На сме-

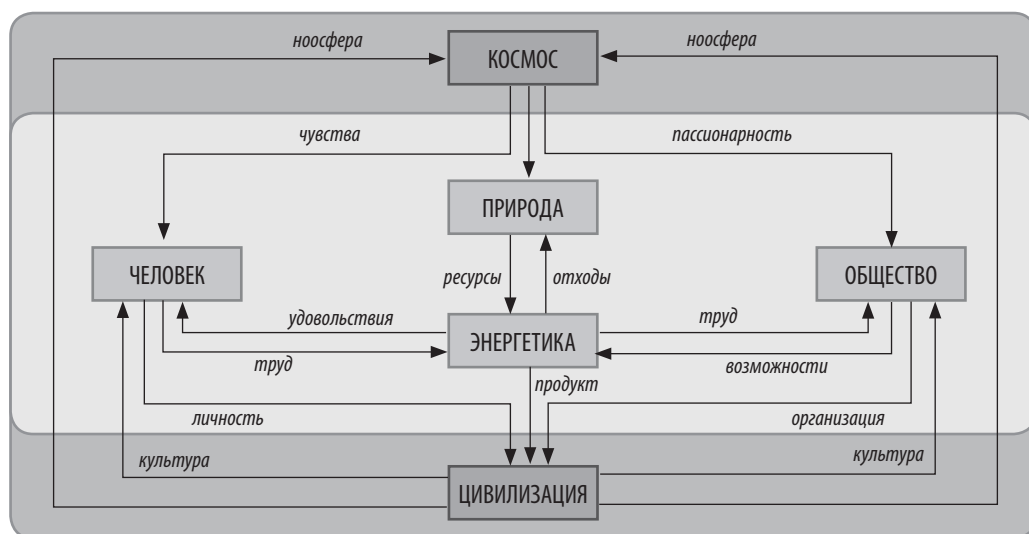
ну традиционному пониманию экологических факторов как ограничителей развития приходит новая парадигма экологической эффективности, когда экологическая составляющая становится важным элементом энергетического бизнеса при комплексном подходе в системе «природа — общество — человек».

• **Конвергенция энергетики и бытовой сферы.** На каждом историческом этапе развития общества происходит усиление и усложнение его энергообеспечения. Более того, по мере роста благосостояния и технологического прогресса растет и зависимость общества от энергетики. Если прежде зависимость от энергии была связана с процессами обогрева жилищ и приготовления пищи, то сегодня, с появлением «умной» энергетики и «умных» домов, фактически все сферы жизни и быта человека тесно увязаны с энергией.

Конвергенция энергетики и политики. Как уже говорилось выше, энергетика тесно связана с политикой и является важным элементом национальной и региональной безопасности. Более того, зачастую интересы энергетической безопасности стоят выше вопросов экономической эффективности и являются основной движущей силой развития целых энергетических направлений. Так, в США добыча нетрадиционных углеводородов началась в силу политической ориентации страны на снижение зависимости от импорта углеводородов. Так происходит и в Европе, где развитие возобновляемой энергетики обусловлено, главным образом, политическим курсом стран Евросоюза на повышение энергетической самообеспеченности.

Резюмируя вышеизложенное, отметим, что на стыке составляющих

Рисунок 1. Глобальная система «природа — общество — человек»



Источник: Институт энергетической стратегии (ИЭС)

глобальной системы «природа — общество — человек» в рамках энерго-эколого-экономического подхода возникают обширные возможности для ее дальнейшего развития.

Энергетика и экология в своем единстве создают фундамент для разумного размещения энергетических производств, учитывая природные факторы, экологический «ландшафт». Тесное сотрудничество специалистов из двух указанных областей позволяет определить границы разумного экологического давления на энергетику. Более того, огромный потенциал развития энергетики лежит именно в получении энергии из природной среды, в рассмотрении природы как источника неисчерпаемых энергетических ресурсов, снимающего известные ограничения, а также в превращении энергетики в безотходное производство.

В области пересечения энергетики и экономики лежит возможность нивелирования энергетической бедности и энергетической роскоши различных регионов мира, что повлечет за собой повышение региональной энергетической безопасности. Повышение энергоэффективности производства есть залог возможной альтернативной модели устойчивого экономического развития.

Экология также задает определенные перспективы экономического развития. Так, экология формирует определенную моду, которая, в числе прочего, способствует появлению новых секторов экономики и возрождению старых — например, экологичного сельского хозяйства, легкой промышленности, строительства и др.

Мода на возобновляемую энергетику в данном случае показывает в настоя-

щее время не только возможные тренды развития, но и то, какой современной цивилизация хочет себя видеть.

Таким образом, на стыке составляющих глобальной системы «природа — общество — человек» — экономики, энергетики и экологии — формируются не только ограничения, но и новые возможности для ее развития.

Подводя итог сказанному, отметим, что энерго-эколого-экономическая концепция устойчивого развития системы предполагает сбалансированное материально-социально-духовно-экологическое развитие на основе сотворчества человека и природы.

Гармония человека и глобальной «Три Э»-системы предполагает не защиту природы от антропогенных воздействий, а общее развитие, означающее эффективное использование ранее созданного в процессе эволюции энергетического потенциала, его воспроизводство на более высоком структурном уровне и самосовершенствование глобальной системы «природа — общество — человек».

Основы и принципы формирования новой энергетической цивилизации

Энергетическое взаимодействие трех «Э» (экономики, энергетики и экологии) в рамках триадической системы «природа — общество — человек» ведет к зарождению новой энергетической цивилизации, характерными чертами которой, вероятно, станут:

- качественные изменения спроса на энергию;

- новые источники энергии: от традиционных углеводородов и возоб-

новляемых источников энергии (ВИЭ) до источников, о которых мы еще не знаем.

Опираясь на вышеизложенные представления о структурных рамках будущей глобальной системы «природа — общество — человек» и зарождающейся новой энергетической цивилизации, можно сформировать схематичный паттерн развития мировой энерго-эколого-экономической системы в XXI в., используя разработанную Институтом энергетической стратегии методику циклично-фрактального анализа длинных временных рядов развития цивилизаций.

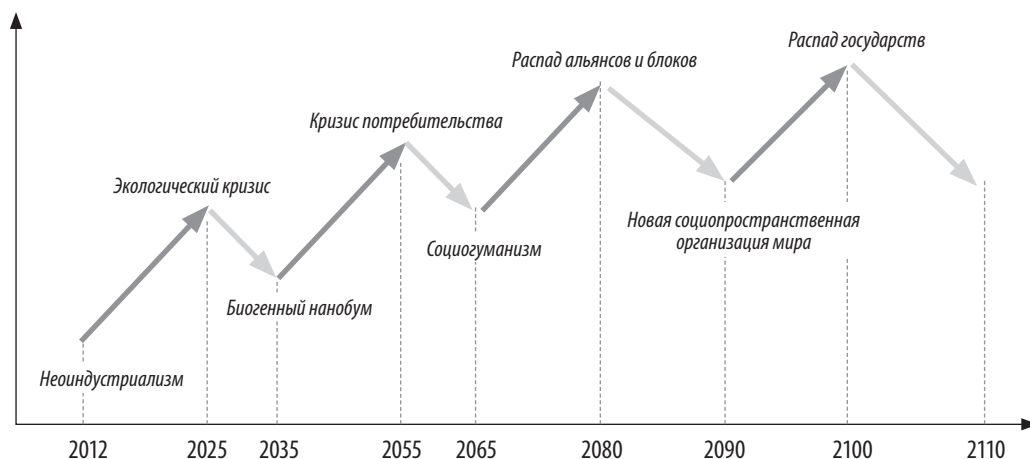
Возможный вариант фрактальной структуры динамики развития глобальной системы «природа — общество — человек» на XXI в. представлен на рис. 2.

Отличительная черта новой цивилизации — переход от потребительской экономики к социоприродному гуманизму, когда человек выступает не просто как растущий количественно и качественно потребитель новых товаров и новых ресурсов, а как организатор гармонического устойчивого развития глобальной системы «природа — общество — человек».

Безусловно, это лишь попытка очертить самые общие контуры будущего развития мировой энерго-эколого-экономической системы. Однако уже сейчас ясно, что мир стремительно меняется и наблюдаемый глобальный кризисный резонанс 2010-х гг. — не Апокалипсис, а трудные «роды» новой энергетической цивилизации будущего. Будущего, в котором мы уже живем.

Так, первая структурная волна развития глобальной системы «природа — общество — человек» в XXI в. будет опре-

Рисунок 2. Фрактальное представление о динамике развития мировой энерго-эколого-экономической системы в XXI в.



Примечания:

1. Периодизация структурных волн развития миросистемы по шкале времени приведена в соответствии с энергетическими соотношениями Фибоначчи. Годы приведены условно.
2. Вертикальная шкала отражает поступательное развитие миросистемы и определяется набором сложных интегральных показателей, в число которых входит национальное богатство, индекс устойчивого развития, индекс развития человеческого капитала и другие показатели, характеризующие различные аспекты динамики развития сложных социоприродных систем.

Источник: ИЭС.

деляться промышленным ренессансом на новой технологической основе, или *неоиндустриализмом*. Неоиндустриальное развитие в сочетании с технологической глобализацией и ресурсной регионализацией должно обеспечить выход из глубокого цивилизационного кризиса 2010-х гг. и «запустить» новый фрактал развития миросистемы. В этот период именно развитие промышленности на новой технологической основе позволит нивелировать издержки и негативные последствия излишней виртуализации экономики, происходившей все последние десятилетия, снизить социально-экономическую напряженность через расширенное воспроизводство новых рабочих мест и заложить

основы политического переустройства мира, его переориентацию от иерархической однополярной модели к сетевой полицентрической структуре.

Впоследствии, на фоне затухания неоиндустриального импульса развития, обострятся экологические проблемы, обусловленные не только деятельностью человека, но и природно-климатическими циклами развития нашей планеты, которые, возможно, приведут к масштабному *экологическому кризису*, влияющему на развитие всей миросистемы.

Экологический кризис окончательно переориентирует экономику на траекторию «зеленого роста» и устойчивого развития, который будет прояв-

ляться в постепенном отказе от топливной энергетики, ориентации на экологическую эффективность экономики и общества и жесткую климатическую и экологическую политику в отношениях между странами и различными институциональными объединениями.

Отправной точкой новой импульсной волны станет, по-видимому, технологическая революция в сфере нано-, био-, информационных и когнитивных технологий (*биогенный нанобум*), которые сформируют очередной, VI технологический уклад. Технологический прогресс позволит обеспечить принципиально новый уровень развития человека и его возможностей, что приведет к всеобщей «индивидуализации» экономического и социального развития, ориентированного на максимальное удовлетворение персонифицированных человеческих потребностей.

Однако по мере исчерпания импульсного эффекта новой технологической волны во все большей степени будут проявляться издержки так называемой индивидуальной экономики, которые, в конечном счете, приведут к всеобщему кризису общества потребления (*кризису потребительства*). Вектор развития миросистемы сместится от материальных ценностей к социогуманистическим идеалам (социогуманизму). Новым драйвером экономического развития глобальной системы «природа — общество — человек» станут принципы справедливости, общественного блага и социоприродной гармонии. По-видимому, это будет период наивысшего (в данный исторический промежуток времени) духовного развития цивилизации и ее перехода в ноосферную стадию устойчивого развития.

Социогуманистическое развитие, возможно, будет способствовать формированию планетарной общности людей и, в конечном итоге, через своего рода «интегрализацию» социально-экономической деятельности приведет к масштабному *переустройству социопространственной организации мира: к распаду межгосударственных альянсов и блоков* в пользу системы глобального полицентричного управления (мировое правительство и/или сетевое сообщество).

Дальнейшее развитие миросистемы, опирающееся на центральную роль человека как личности и общества как института гармоничного соразвития человека и природы, может пойти по пути радикального отказа от традиционного государственного устройства (*распад государств*), которое к тому времени просто потеряет смысл в силу планетарной системы организации общественного управления (а возможно, и самоуправления) и доминирующего влияния социальных интеграционных пространств (социальных сетей нового поколения, интегрирующих экономические, политические, технологические, социальные, личные и духовные потребности человека и общества).

Следует, правда, отметить, что представленный выше паттерн возможного развития глобальной системы «природа — общество — человек» на весь XXI в. носит весьма условный и обобщенный характер и служит скорее ориентиром в понимании основ и принципов формирования новой энергетической цивилизации. Более того, согласно дедуктивному принципу познания, каждая волна развития в XXI в. распадается на свой собственный фрактал развития,

сочетающий в себе импульсные и коррекционные фазы.

Вместе с тем, повышение уровня детализации структурного прогноза будущего развития миросистемы отнюдь не гарантирует повышение его качества, поскольку зачастую наложение различных уточняющих деталей заслоняет общую картину развития и искажает возможные структурные сдвиги.

Тем не менее структурное прогнозирование будущего несмотря на все вышеперечисленные ограничения и недостатки позволяет заглянуть «за тренды» и тем самым очертить круг возможных «черных лебедей», которые потенциально могут радикальным образом повлиять на цивилизационное развитие и его энергетическую составляющую.

**Новый потребитель энергии:
качественные изменения
спроса на энергию**

Развитие энергетической сферы в перспективе будет опираться на потребности и запросы новой энергетической цивилизации. Каждой импульсной волне развития глобальной энерго-эколого-экономической системы соответствует особое качество потребляемой энергии, что естественным образом отражается на изменениях энергетического спроса и соответственно на характере энергетического развития цивилизации и качественных изменениях спроса на энергию.

На уровне высоких обобщений можно представить ожидаемые качественные изменения спроса на энергию в рамках различных структурных волн развития глобальной системы «приро-

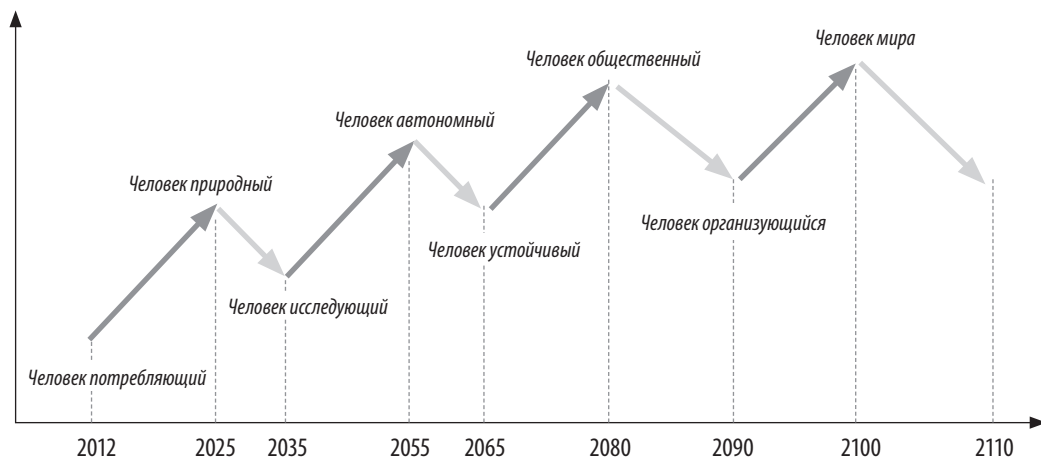
да — общество — человек» в XXI в. через характеристику человека как ведущей геологической силы развития цивилизации (рис. 3).

Так, период неоиндустриального развития (первая импульсная волна на рис. 2) характеризуется «человеком потребляющим», то есть ориентированным на расширенное потребление ресурсов и энергии для удовлетворения собственных постоянно растущих потребностей.

Экологические последствия неоиндустриализации заставят человечество задуматься о правильности выбранного вектора развития. Человек на данном этапе признает и осознает свою причастность к природным процессам и трансформируется в «человека природного». Именно осознание необходимости «чистой» энергии, потребность в изменении привычек в потреблении и производстве энергии, а не ресурсные ограничения приведут к стремительному развитию спроса на «зеленую» энергию.

Значительный прогресс науки в середине XXI в. обусловит торжество идей сциентизма, ориентацию на процесс исследования как главный фактор развития человечества. Ведущую роль будет играть «человек исследующий», находящийся в постоянном поиске и обрабатывающий значительные объемы информации, которые в наши дни представляются фантастическими. Характер деятельности качественно нового индивида требует значительной персонализации энергетического обеспечения, его автономии. На данном этапе энергетика будет решать уже не глобальные задачи обеспечения больших производств для целей неоиндустриализации, а частные, персонифицированные задачи.

Рисунок 3. Качественные изменения роли человека на разных структурных этапах развития глобальной системы «природа — общество — человек» в XXI в.



Примечания:

1. Периодизация структурных волн развития миросистемы по шкале времени приведена в соответствии с энергетическими соотношениями Фибоначчи. Годы приведены условно.
2. Вертикальная шкала отражает поступательное развитие миросистемы и определяется набором сложных интегральных показателей, в число которых входит национальное богатство, индекс устойчивого развития, индекс развития человеческого капитала и другие показатели, характеризующие различные аспекты динамики развития сложных социоприродных систем.

Источник: ИЭС.

Энергетика, таким образом, становится «карманной». Развитие получают такие технологии, которые обеспечат автономии индивида и его все возрастающие потребности («человек автономный»).

Переход к социогуманитарному развитию, бытию человека для человека, человека для общества будет характеризоваться качественным изменением потребностей индивидов. Кризис потребительства приведет к осознанию тупиковости автономного существования членов общества. «Человек для человека» станет не только грамотным преобразователем энергии, «человеком исследующим», но и производителем, «человеком устойчивым» (*homo stabilis*). Кроме того, соответствие каждого человека потребностям другого индивида

приведет к унификации ранее разобщенных из-за коммерческой необходимости энергетических характеристик используемых устройств, обеспечив их взаимозаменяемость и максимальную гибкость.

Процесс реорганизации привычных институтов — в первую очередь, государства — лишь ускорится благодаря еще большей автономизации каждого индивида и осознания им своей роли в обеспечении общего благосостояния («человек общественный»). Человек становится субъектом множества социальных групп и образований, «человеком организующимся». Новая пространственная и социальная организация людей обеспечит переход к «человеку мира» — человеку XXII в.

Новые источники энергии: от нетрадиционных углеводородов до ВИЭ

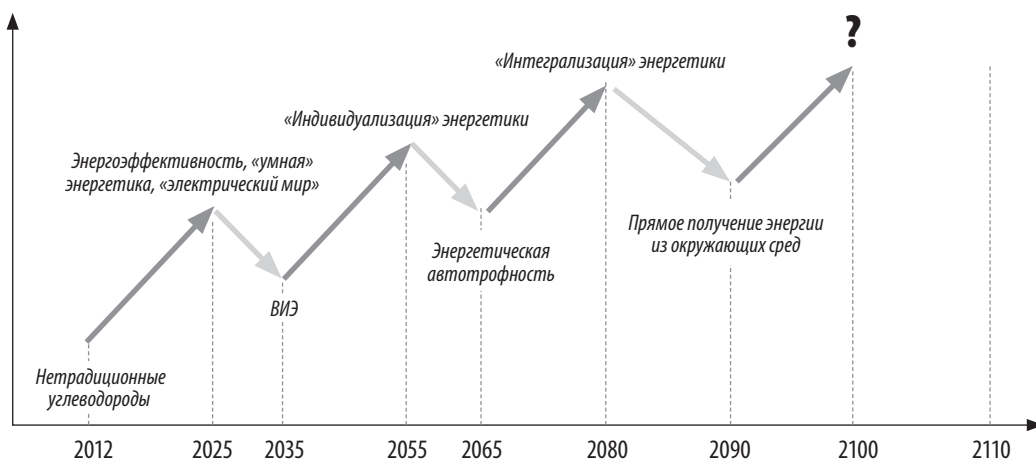
Как уже говорилось выше, развитие новых источников энергии и энергетических технологий будет определяться потребностями экономики и общества на разных стадиях развития мировой энерго-эколого-экономической системы. Новые источники энергии должны отвечать различным требованиям, предъявляемым к ним производителями и потребителями. Ключевые требования новой энергетической цивилизации к энергетическим источникам и технологиям в обобщенном виде представлены на рис. 4.

Так, энергетической основой зарождающегося сегодня тренда неоиндустриального

развития во все большей степени становятся *нетрадиционные углеводороды* (главным образом, сланцевые газ и нефть, а в будущем и газогидраты). Уровень развития технологий в этой сфере уже сейчас позволяет не только существенно снизить себестоимость их добычи и держать цены на энергоносители на относительно низком уровне, стимулируя тем самым неоиндустриальный промышленный ренессанс, но и развивать добычу таких углеводородов в индустриально развитых и прежде энергодефицитных регионах мира, таких как США, а в перспективе — Китай и Европа.

В частности, предварительно разведанные ресурсы сланцевого газа, а в ряде случаев и сланцевой нефти сосредоточены, главным образом, в Китае,

Рисунок 4. Требования новой энергетической цивилизации к сфере энергетики



Примечания:

1. Периодизация структурных волн развития миросистемы по шкале времени приведена в соответствии с энергетическими соотношениями Фибоначчи, методология построения которых была подробно рассмотрена в компоненте 1. Годы приведены условно.
2. Вертикальная шкала отражает поступательное развитие миросистемы и определяется набором сложных интегральных показателей, в число которых входит национальное богатство, индекс устойчивого развития, индекс развития человеческого капитала и другие показатели, характеризующие различные аспекты динамики развития сложных социоприродных систем.

Источник: ИЭС.

США и Канаде, Латинской Америке и Европе, то есть в тех странах и регионах, которые наиболее сильно зависят от глобальных поставок углеводородов из России (Европа) и стран Ближнего Востока (США, Китай, Латинская Америка).

В перспективе существенный вклад в мировой энергетический баланс будут вносить и газогидраты, промышленная добыча которых уже началась в Японии. География распространения запасов газогидратов также позволяет утверждать, что именно нетрадиционные углеводороды станут энергетической базой неоиндустриального развития цивилизации в ближайшие 15–20 лет.

На волне неоиндустриального развития, базирующегося на высокотехнологичных производствах и стремительной технологической глобализации, будет крепнуть тенденция ресурсной регионализации и энергетического самообеспечения, что, в свою очередь, будет выдвигать повышенные требования к максимизации *энергоэффективности*, глубины переработки/использования первичных энергоресурсов. Дальнейшее развитие получают *технологии «умной» энергетики и «электрического мира»*, которые позволят не только радикально снизить или оптимизировать удельные затраты энергии в экономике и промышленности, но и качественно изменить энергообеспечение экономики, сделав его максимально гибким и адаптированным к требованиям потребителя. Так, переход к «электрическому миру» означает, что конечным видом энергии практически для всех потребителей, включая домохозяйства, промышленность и транспорт, станет электроэнергия. А последнюю можно производить из любых источников сы-

рья, доступных на данной конкретной территории.

Вероятный закат неоиндустриализма может сопровождаться масштабным экологическим кризисом, наступление которого человечество постоянно отодвигает за счет ужесточения экологических требований к экономике и реализации масштабных программ защиты окружающей среды. Отодвигает, но не исключает, поскольку пагубная деятельность человека по отношению к окружающей среде усиливается внутренними процессами, идущими в природно-климатической системе. Рано или поздно они приведут к радикальным природно-климатическим изменениям, а следовательно, и к экологическому кризису.

Экологический кризис поставит новые требования перед энергетикой, которая станет по-настоящему «зеленой». Доминантой энергетического развития в этот период может стать уход от топливной энергетики в принципе через преимущественное развитие ВИЭ. Дополнительным стимулом к масштабному развитию ВИЭ станет научно-технический прогресс (биогенный нанобум), который к тому времени обеспечит ВИЭ не только экологическую, но и экономическую привлекательность, по сравнению с углеводородами.

Технологический прорыв этого времени, вероятно, станет основой так называемого VI технологического уклада, который в связи с проникновением био- и нанотехнологий во все сферы экономики и общества потребует новых энергетических технологий, ориентированных на индивидуальное энергообеспечение. «Индивидуализация» энергетики может быть обеспечена за счет миниа-

тюризации накопителей (аккумуляторов) все возрастающих объемов энергии. Это позволит постепенно отказаться от централизованных систем энергообеспечения, ориентированных на крупные единичные энергетические мощности и соответствующие группы потребителей, в пользу распределенной генерации и индивидуального энергоснабжения, оптимизированного в соответствии с потребностями каждого человека.

С точки зрения получения и потребления энергии человек во все большей степени будет стремиться к *энергетической «автотрофности»*, то есть к созданию замкнутых циклов производства и потребления энергии на основе ВИЭ и безотходных концепций развития экономики и производства. Этот период развития глобальной системы «природа — общество — человек» будет соответствовать наивысшему (в данном историческом промежутке времени) духовному расцвету человеческой цивилизации, когда будет достигнута относительная гармония человека и природы через развитие и практическое воплощение идей социогуманизма и устойчивого развития.

На последующих стадиях развития миросистемы возможно радикальное переустройство социопро пространственной организации мира в пользу различных институциональных пространств, которые, в свою очередь, потребуют адекватных энергетических технологий и источников энергии. Возможно, в этот период произойдет обратный переход от «индивидуализации» к «интегри-

ции» энергетики и созданию глобальных энергетических систем, опирающихся на *прямое получение энергии из окружающих сред*. Понимание необходимости координации и единого будущего всего человечества позволит сформировать мировую систему энергообмена, организованную по принципу фрактальности. Ядерной структурой мирового энергообмена будет являться каждый производящий и потребляющий индивид — новый человек мира (*homo mundus*).

Таким образом, очевидно, что глобальная парадигма экономического роста и потребительства должна уступить место социогуманитарным ценностям. Главной движущей силой нового развития станет человеческий капитал. А глобальная борьба за мировые энергоресурсы (нефть), определившая важнейшие события второй половины XX в., сменится регионализацией мира. Ресурсный глобализм уже уступает место региональному энергообеспечению за счет новых источников энергии. Но при этом окрепнет инфраструктурная, информационная, культурная интеграция, осуществляемая на новых принципах — транснационального сотрудничества и сетевых сообществ. Наряду (а возможно, и вместе) с традиционным государственным устройством возникнет новая социопро пространственная организация мира. Это в еще большей степени приведет к возрастанию роли структурного потенциала в общей эволюции, где доминантой развития станет социоприродная гармония.