



**БУШУЕВ ВИТАЛИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ**  
доктор технических наук, профессор,  
генеральный директор ЗАО «Глобализация и Устойчивое развитие. Институт энергетической стратегии». Родился в 1939 г. (Пермский край). Окончил в 1961 г. Куйбышевский индустриальный институт по специальности инженер-электрик. Работал в Сибирском НИИ энергетики (г. Новосибирск) с 1961 по 1989 год, пройдя путь от младшего научного сотрудника до директора института. С 1989 по 1991 год – председатель подкомитета по энергетике Верховного совета СССР. С 1992 по 1998 год – работа в Минтопэнерго России, с 1998 года – в Институте энергетической стратегии (руководитель рабочей группы по формированию Энергетической стратегии-2020 и Энергетической стратегии-2030).

E-mail: ies2@umail.ru, guies@guies.ru

# Апокалипсис-2012 и **НОВАЯ** энергетическая цивилизация

**А**покалипсис (если вернуться к изначальному определению) – это не «конец света», а «откровение, несущее человечеству благую весть» о новом мире, новой земной цивилизации. Новое всегда рождается в муках, проходя через кризисы и катастрофы, но сводить родовой процесс только к «темной» стороне дела, не ощущая благовеста о появлении нового «человека», новой сущности – это значит не понимать сути самой жизни.

«Откровение» – это не божественное (постороннее) предначертание грядущего, это видение будущего через призму сегодняшней ситуации, характеризующейся всплеском природных, социально-политических, финансово-экономических, экологических и техногенных катастроф, обремененной новыми глобальными (общечеловеческими и миро-системными вызовами); видение, основанное на базе общих законов мирового развития и осознании того, что «через тернии лежит путь к звездам».

**Миро-система – это наш общепланетарный Дом – Экос** (от греч. oikos – место обитания), включающий в себя триаду «природа – общество – человек», составляющую единое

целое. Миро-систему (экос) можно рассматривать как структуру, развивающуюся на протяжении тысячелетий, а также с позиций современности (XX–XXI века) и на более коротком отрезке времени (10–12 лет, 36–40 лет). Необходимо иметь в виду, что наша планета является частью Солнечной системы и Вселенной. Поэтому ее жизнь и судьба подчиняются общим законам мироздания, среди которых следует выделить два фрактальных пространственно-временных принципа подобия – «что наверху, то и внизу», а также «что было, то и будет». Это означает, что наша нынешняя земная Миро-система имеет аналоги в историческом прошлом и во внешнем – космическом мире.

Если говорить о космо-планетарном подобию, то следует признать, что атом, Земля и космос имеют идентичную структуру, включающую в себя некое более плотное ядро (протон, литосфера, Солнце), вокруг которого движутся по спиралеобразным орбитам более легкие образования (электроны, гидро- и атмосфера, планеты). При этом состояние периодов этих орбит подчиняется общему правилу золотой пропорции.

Социум и человек также подобны космосу. Насыщенная энергией и знаниями пассионарная элита составляет ядро общества, а отдельные элиты существуют не сами по себе, а формируют спираль, подчиняясь правилам совместного общежития. Психология толпы подчинена тем же законам космической диалектики и эволюции – единства и борьбы противоположностей, подобия и симметрии, периодичности и гармоничности. Плотное же тело человека окружено различными тонкими энергетическими сферами, где «мозг», душа и тело составляют единый организм. В исторической ретроспективе всегда имеют место аналоги, что позволяет оценивать и прогнозировать перспективу на основе анализа подобных ситуаций в прошлом.

**Природные циклы и развитие энергетики.** Солнечная система за 26 тыс. лет проходит малый галактический цикл, представляющий собой эллипсоидную спираль. Ее фронт относится к периоду 10 тыс. лет до н. э. и к нынешнему времени (3-му тысячелетию н. э.). Когда фронт перпендикулярно пересекает главный поток космической энергии, это вызывает в системе более высокую напряженность, инициирующую природные, биологические и социальные катаклизмы. Достаточно сказать, что полупериод малого галактического цикла составляет 13 тыс. лет, и с такой периодичностью на Земле происходили «великие потопа». Время последнего из них фиксируется 11-м тысячелетием до н. э. И сегодня мы определенно подходим к очередному, 31-му Всемирному потопу. По крайней мере, резонно ожидать нечто подобное уже в течение ближайших (одного-двух) столетий. Но и это – не конец света. И после катастрофического изменения облика нашей планеты опять наступит спокойная полоса. Апофокусные участки галактического эллипса имеют наибольшую длину и расположены вдоль линий силового поля Вселенной. Наводимая при этом электродвижущая сила (потенциал) системы минимальна.

Мы живем «в объятиях Солнца», которое периодически возбуждается, трансформируя этот потенциал во всплески солнечной активности, генерируя при этом потоки магнитной и электрической энергии, достигающие Земли. Эти потоки заряжают наш планетарный

социоприродный конденсатор, который затем либо плавно разряжается, приводя к волатильности всех земных процессов, либо происходит пробой, и энергия выплескивается в виде взрывных проявлений природных, техногенных и социальных катастроф.

Большие природно-космические циклы имеют свое подобие и в социально-исторической динамике. На наш взгляд, можно говорить о тысячелетних циклах развития человеческой цивилизации с чередованием материальной и духовной доминанты (табл. 1). Так, 2-е ты-

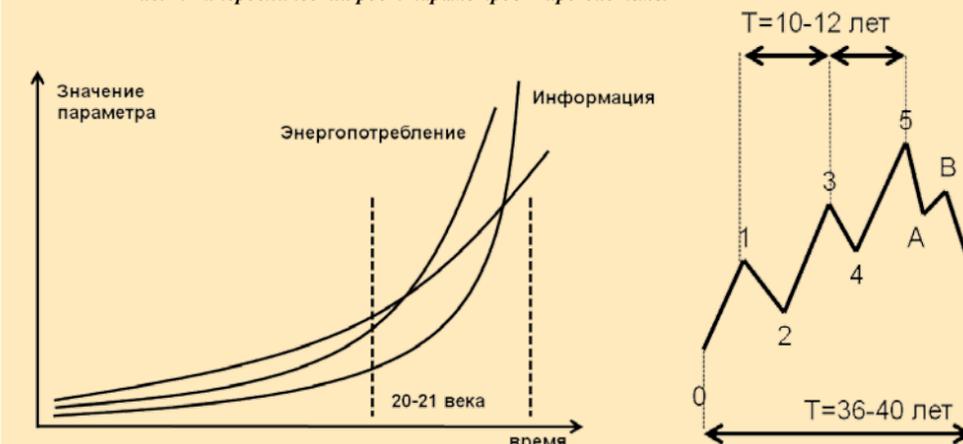
Таблица 1

Тысячелетние циклы цивилизаций

	Производительные силы	Духовные ценности
II тыс. до н. э.	Спад	Рост (Веды)
I тыс. до н. э.	Рост (войны)	Спад (рабство)
I тыс. н. э.	Спад (темные века)	Рост (религии)
II тыс. н. э.	Рост (промышленность)	Спад (Средние века)
III тыс. н. э.	Спад (стагнация)	Рост (экология)

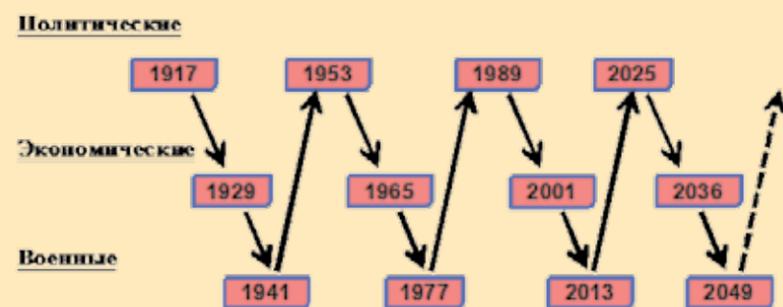
сячелетие до н. э. – период интенсивного развития восточных (шумерской, индийской и др.) цивилизаций, характеризующихся достаточно слабым развитием производительных сил и укреплением духовно-философских и организационно-религиозных начал. В то же время 1-е тысячелетие до н. э. – эпоха греко-римской античности, захватнических войн, развития практической науки и ремесла. С началом новой эры доминировать вновь стали религиозные устремления, появилось христианство, индуизм (брахманизм), конфуцианство, затем ислам. В то же время период 1-го тысячелетия н. э. менее ярок с позиций развития производительных сил. По крайней мере, удельное энергопотребление в этот период увеличилось

Рис. 1. Гиперболический рост параметров Миро-системы



управление эффективностью и результативностью

Рис. 2. Волны и кризисы российской и мировой истории



всего в 1,5 раза, тогда как в эпоху античности – в 4 раза по сравнению с предшествующим периодом. В период 2-го тысячелетия н. э., когда вновь стала доминировать мануфактурно-промышленная цивилизация, включая и XX век, удельное энергопотребление выросло в 10 раз.

Начавшееся 3-е тысячелетие вновь будет периодом нематериальной (виртуальной) экономики и социальной жизни. Последнее столетие характеризовалось гиперболическим ростом всех параметров Мировой системы: ростом числа населения, энергопотребления и количества информации (рис. 1). Подобные гиперобострения неминуемо приводят к качественным

Рис. 3. Новые мировые вызовы 2012 г.



изменениям в структуре Мировой системы: возникает либо стагнация (а отсутствие развития – это уже кризис) народонаселения, либо передел мира, либо замена одной доминанты развития другой (с акцентом на новое качество (вместо материального производства – виртуальная

экономика). И все эти процессы, как правило, носят циклический характер.

Полупериодичность этих процессов определяется действием двух наиболее мощных планет Солнечной системы – Юпитера (с  $T_1=12$  лет) и Сатурна (с  $T_2=36$  лет). Три юпитерских цикла составляют фрактал с периодом  $T_2=3T_1$ , который определяет основные события в истории России XX–XXI веков.

12-летние циклы характеризуют смену политических, экономических, военных этапов исторического развития, которые начинаются после соответствующих кризисов, повторяющихся каждые 36 лет в рамках т. н. «имперского цикла» ( $144 \text{ года} = 12 \times 12 = 36 \times 4 = 72 \times 2$ ), который в России начался в 1917 г. (после окончания Первой мировой войны и Октябрьской революции) и завершится в 2061 г. радикальным переустройством нашей Мировой системы (рис. 2).

Обращает на себя внимание тот факт, что после кризисов начинается взлет соответствующего развития политической, экономической и военной обстановки. Так, политические кризисы открывали период оттепели. После «Великой депрессии» 1929 г. начался период ускоренной индустриализации, приведшей через 12 лет к «войне моторов». А подъем мировой экономики с начала XXI века привел к «арабской весне», усугубившей конфликт атлантического Севера и исламского Юга.

Помимо простого чередования 12-летних и 36-летних кризисов и периодов после них, история XX века и начала XXI века характеризуется фрактальной конструкцией, в основе которой лежат волны Элиота, содержащие три этапа импульсного развития и фазу коррекции. Волны Элиота связаны не с разбиением мировой истории на равные по времени этапы и военно-политические и экономические события, а основаны на явлениях пассионарности общества. При этом (как и у Гумилева) поведение больших человеческих масс обусловлено накоплением энергии толпы под воздействием внешних природных (солнечно-климатических) зарядов, а затем переходом потенциальной энергии в кинетическую энергию действия (как созидательного, так и разрушительного).

Каждая из трех фаз волны Элиота характеризует взлет (точки 1, 3, 5) и коррекцию (точки 2, 4) социально-экономического развития страны. Завершение фрактального цикла сопровождается нисходящим трендом (5-A-B-C) с отскоком вверх – точка В. Этот нисходящий тренд соответствует постсоветской истории нашей страны, и мы неумолимо приближаемся не просто к еще одному финансово-экономиче-

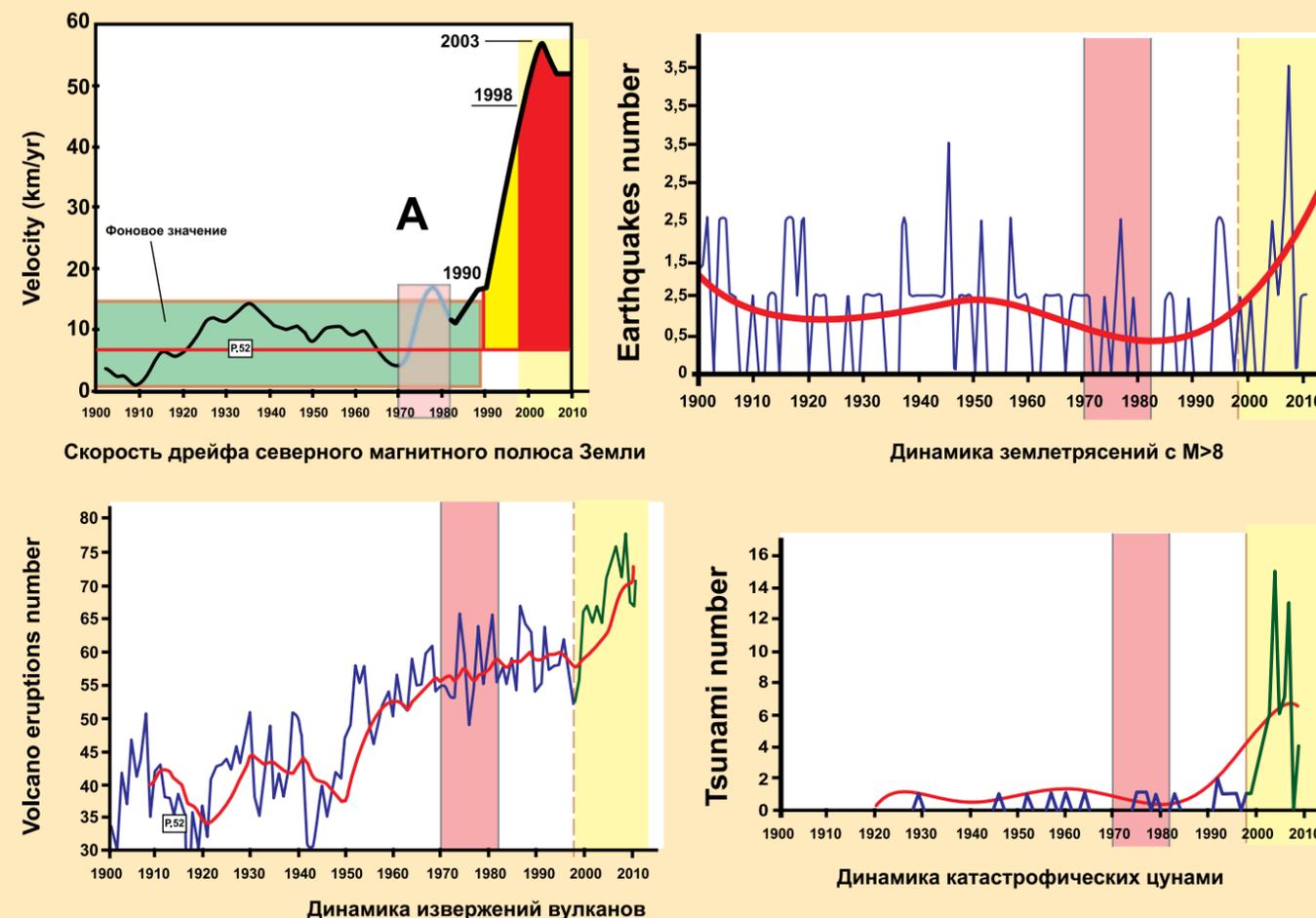
скому кризису, а к завершению в 2012 г. всей новейшей истории и мощной перетряски всей Мировой системы.

В чем суть, на наш взгляд, этой «перетряски»? Во-первых, апокалипсис 2012 г. – это уже не посторонние множества известных периодически возникающих кризисов в различных областях жизни социума, это пусть не одномоментный, но комплексный «пробой» социоприродного конденсатора. Наша «живая» Земля настолько сегодня насыщена энергией, что планомерное, эволюционное развитие Экоса уже невозможно.

Новые мировые вызовы (рис. 3) связаны с ростом природной энергетической активности Земли, геополитическим противостоянием, «пузырями» виртуальной экономики, трансформацией структуры мировой энергетики. Наложение и обострение всех этих факторов говорят о грядущем изменении Мировой системы.

Примером такого комплексного, хотя и регионального по масштабам, кризиса являются революции в арабском мире. К революциям привел многофакторный процесс. Он включал продовольственный кризис, как в аспекте недостаточности собственного сельскохозяйственного производства, так и в аспекте новых максимумов цен на мировых рынках сельскохозяйственных продуктов. Наряду с ним в число факторов дестабилизации входили проблемы энергетического развития – борьба за контроль над потоками энергоресурсов в регионе и связанная с ростом мировых цен на нефть инфляция. Наконец, важнейшую роль играли острые экономические проблемы в большинстве охваченных революциями стран (в первую очередь коррупция и неэффективность государственного управления) и социально-политический кризис в процессе

Рис. 4. Динамика природных катастроф в 1990–2010 гг.



Источник: Первый Доклад Международного Комитета по Проблемам Глобальных Изменений Геологической Среды «GEOCHANGE», 30.06.2010]

Эффективное  
Антикризисное  
Управление

## управление эффективностью и результативностью

модернизации, индикатором которого является политический ислам.

Число природных катастроф (рис. 4) быстро растет по всем видам (извержениям вулканов,

числу землетрясений и цунами). Это, очевидно, связано с увеличением скорости дрейфа северного магнитного полюса Земли, которое начиная с 1990 г. в 5 раз превысило фоновые значения. А поскольку зоны сейсмической и вулканической деятельности совпадают с океаническими течениями, то и изменения климата определяются не только (и не столько) парниковыми газами от сжигания топлива, а природными процессами. Причем активность Земли возникает не одновременно по всей территории, а связана с перемещением по ее поверхности волны особого теллурического тока, индуцирующегося под воздействием энерго-космических сил.

Эти природные катастрофы уносят много человеческих жизней, ведут к значительным разрушениям физических объектов, дезорганизуют жизнь людей, что имеет своим следствием серьезные экономические потери. Так, экономический ущерб от природных катастроф и их прямых последствий за последнее десятилетие оценивается в 1 трлн долл. США, что в 50 раз превышает аналогичный ущерб в 1950–1959 гг.

Солнечная активность вызывает не только всплески землетрясений, но и всплески цен на мировых рынках, особенно цен на сырье (зерно, нефть) и золото. Эти всплески обусловлены тем, что мировые финансы, представляющие собой эквивалент энергоэкономического потенциала общества, «раздуваются» в периоды солнечной активности и схлопываются, когда энергия этих «пузырей» не находит достойного применения для общественно полезной работы и развития. Объем финансовых деривативов на мировом рынкекратно превышает объем товарной продукции, а динамика цен на ключевые сырьевые товары приобрела гиперболический характер, который неизбежно приводит к кризису (рис. 5).

Рис. 5. Цены на золото (сверху, долл. США за тройскую унцию) и нефть (снизу, долл. США за баррель), 12 мая 1973 года – 3 мая 2011 года



Источник: Моделирование и прогнозирование глобальной, региональной и национальной динамики/Отв. ред. А. А. Акаев, А. В. Коротаев, Г. Г. Малинецкий, С. Ю. Малков. – М.: ЛИБРОКОМ/URSS, 2011. С. 424–459.

Так, гиперболический рост цен на нефть в 2000–2008 гг. разрешился мировым финансово-экономическим кризисом 2008–2009 гг., а аналогичная динамика цен на золото предсказывала глубокую турбулентность на мировых финансовых рынках в августе – октябре 2011 г., что и произошло в действительности, причем новая кризисная волна далека от окончания.

Неминуем очередной финансово-экономический кризис – «пробой» социоприродного конденсатора в сфере общественного устройства и жизни Экоса. С сугубо экономической точки зрения угроза такого кризиса связана с реализацией в 2012 г. целого комплекса угроз и рисков для мировой экономики.

Во-первых, долгосрочные проблемы бюджета США, неприемлемый уровень дефицита и одновременно риск нового витка спада ВВП в случае его сокращения будут создавать постоянную угрозу (первое обострение произошло в 2011 г., следует ожидать продолжения политико-экономического кризиса). Во-вторых, европейская долговая проблема вполне может стать спусковым механизмом нового кризиса, поскольку бюджетные проблемы усугублены (и порождены) неоптимальностью европейского валютного пространства, а долговой кризис может перерасти в банковский. В-третьих, в случае реализации негативного сценария в США или Европе резко обострится проблема токсичных активов. Между тем возможности центральных банков (в отношении снижения процентной ставки и эмиссии) и правительств (в отношении фискального стимулирования экономики) практически полностью исчерпаны. Сохранение высокого уровня безработицы и долговые проблемы делают новый кризис практически неизбежным. Причины такого положения были заложены как в докризисный период, так и в ходе борьбы с первой волной кризиса, когда правительства потратили огромные средства на спасение финансовой системы, но не сумели запустить самостоятельный механизм роста.

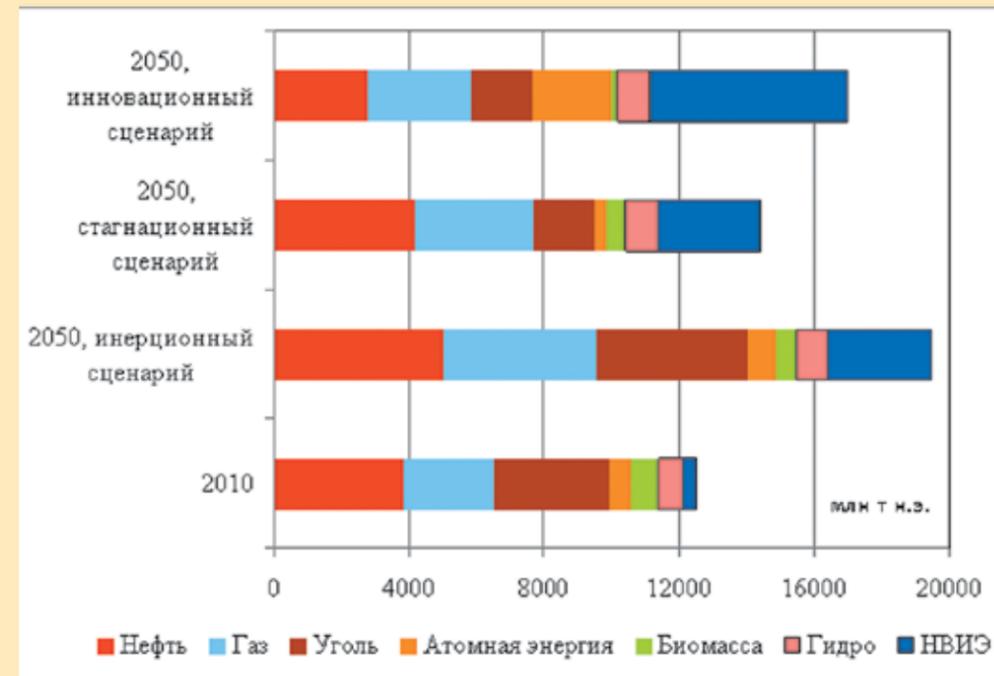
**Кризис и мировая энергетика.** Таким образом, мы приходим к выводу, что совокуп-

ность кратко-, средне- и долгосрочных факторов экономического, социального и природного характера указывает на вероятность мирового кризиса в 2012 г., который начнется как экономический, но будет иметь далеко идущие социальные и политические последствия. Этот кризис неизбежно окажет глубокое воздействие на мировую энергетику. В свою очередь, энергетические проблемы (скачкообразные колебания цен, напряженность в поставках сырья, проблема энергетической бедности, борьба за контроль над энергетическими ресурсами, техногенные и природные катастрофы, связанные с энергетикой, инновационные энергетиче-

Эффективное  
Антикризисное  
Управление

<sup>1</sup> Подробнее см.: Тренды и сценарии развития мировой энергетики в первой половине XXI века. А. М. Белогорьев, В. В. Бушуев, А. И. Громов, Н. К. Куричев, А. М. Мастепанов, А. А. Троицкий. Под ред. В. В. Бушуева. – М.: ИД «Энергия», 2011. 68 с.

Рис. 6. Структура мирового потребления первичной энергии (отраслевой аспект)



Источник: расчеты Института энергетической стратегии.

ские технологии) будут оказывать мощное воздействие на другие аспекты функционирования Мировой системы. В будущем мировое развитие будет опираться на два важнейших процесса – индустриализацию развивающихся стран и постиндустриальное развитие развитых стран. В совокупности они приведут к 2030 г. к кризису индустриальной фазы.

Кризис индустриальной фазы развития может происходить в трех вариантах: инерционный, стагнационный и инновационный сценарии (рис. 6, табл. 2).<sup>1</sup> В перспективе зависимость мирового экономического роста от роста потребления энергии сохранится. Экономический рост в развивающихся странах,

Характеристика сценариев

Инерционный сценарий	Стагнационный сценарий	Инновационный сценарий
Энергорасточительный	Энергосбережение	Энергоэффективный
Углеродородный	Возобновляемо-газовый	Возобновляемо-атомный
Геополитика и макроэкономика	Климатическая политика	Технологический прогресс
Регионализация экономики и энергетики	Медленная глобализация	Регионализация на новой основе
Растущий энергетический спрос	Замедленный рост спроса	От рынка сырья к рынку услуг и технологий
Высокие цены на нефть	Стагнация нефтяного бизнеса	Закат нефтяного бизнеса

Источник: Институт энергетической стратегии.

в том числе в Китае, в последние годы не сопровождался адекватным снижением энергоёмкости ВВП. Такой тип развития справедливо рассматривается как временный. Однако без технологической революции эластичность экономического роста по потреблению энергии может оставаться на высоком уровне еще долгое время, что создает инерционный сценарий и связанные с ним риски. В случае регулятивных ограничений роста энергетики без технологических сдвигов возможен стагнационный сценарий – возникновение положительной обратной связи между ограничениями энергетического роста, снижением инвестиционной привлекательности и падением инвестиций, а также замедлением мирового экономического роста. Наконец, наиболее благоприятным является инновационный сценарий, предполагающий переход на новый уровень технологического развития – к новой энергетической цивилизации.

**Инерционный сценарий.** Основной предпосылкой инерционного сценария является прохождение развивающимися странами материалоемкого этапа индустриализации. Фронтальный рост потребления энергоресурсов всех видов в большинстве развивающихся стран приведет к резкому росту напряженности топливно-энергетического баланса.

Наиболее напряженное положение сложится в нефтяной отрасли, где растущий спрос столкнется с существенными ограничениями со стороны предложения. Усилится тенденция к концентрации добычи нефти на Ближнем Востоке. Продолжится освоение ряда месторождений со сложными условиями добычи (Арктика, глубоководный шельф, тяжелые нефти и пр.). Это приведет к росту предельных издержек и цен, а также к снижению уровня энергетической безопасности. «Геополитика нефти» по-прежнему будет играть чрезвычайно значимую роль. Схожие процессы будут происходить в мировой газовой промышлен-

ности. «Геополитика газа» станет для многих стран не менее важной, чем геополитика нефти. В угольной отрасли, как и в 2000-е годы, основная часть роста будет сосредоточена в Китае. Китай и Индия могут перейти к импорту угля. В атомной энергетике ожидается инерционный рост к 2050 г. в рамках существующей технологической основы (реакторы 2+ и 3-го поколения на тепловых нейтронах). Потребности в уране будут расти, а урановый баланс станет напряженным.

Основные изменения в мировой энергетике будут геополитическими. Развивающиеся страны станут крупнейшими импортерами всех видов ТЭР, при этом их зависимость от импорта будет выше уровня развитых стран. Основные риски мировой энергетики будут связаны с тремя факторами: 1) нестабильностью и вооруженными конфликтами на Ближнем Востоке и в Центральной Азии, 2) угрозами морским путям транспортировки, 3) борьбой между государствами за доступ к энергетическим ресурсам.

**Стагнационный сценарий.** Основной предпосылкой стагнационного сценария является трансферт существующих технологий в развивающиеся страны с целью снижения энергоёмкости процесса индустриализации.

Потребление нефти продолжит свой рост, но оно будет существенно более медленным, чем в инерционном сценарии (на 10% к 2010 г. по сравнению с 30%). Структура мирового автопарка к 2050 г. претерпит существенные изменения. Главным трендом будет развитие всех существующих альтернатив нефтепродуктам и двигателю внутреннего сгорания. Пониженное потребление нефти приведет к меньшей концентрации добычи на Ближнем Востоке и станет долгосрочной предпосылкой снижения цен на нефть. В мировой газовой промышленности рост потребления также окажется существенно ниже, чем в инерционном сценарии. «Геополитика газа» будет играть гораздо меньшую роль, чем в инерционном сценарии.

Если в инерционном сценарии ожидался значительный рост угольной отрасли (к 2050 г. – более чем на 30%), то в стагнационном сценарии мировое потребление угля существенно упадет. В атомной энергетике в стагнационном сценарии ожидается устойчивый нисходящий тренд, отрасль сократится практически в 2 раза. Предпосылками для этого будут высокая стоимость и продолжительность строительства, стагнация технологического уровня, сохраняющиеся проблемы радиационной безопасности. Возобновляемая энергетика будет расти существенно быстрее инерционного сценария. Сложится сложная система регулирования мировой энергетики, включающая глобальные и локальные климатические соглашения, климатические налоговые и таможенные тарифы, технологические стандарты.

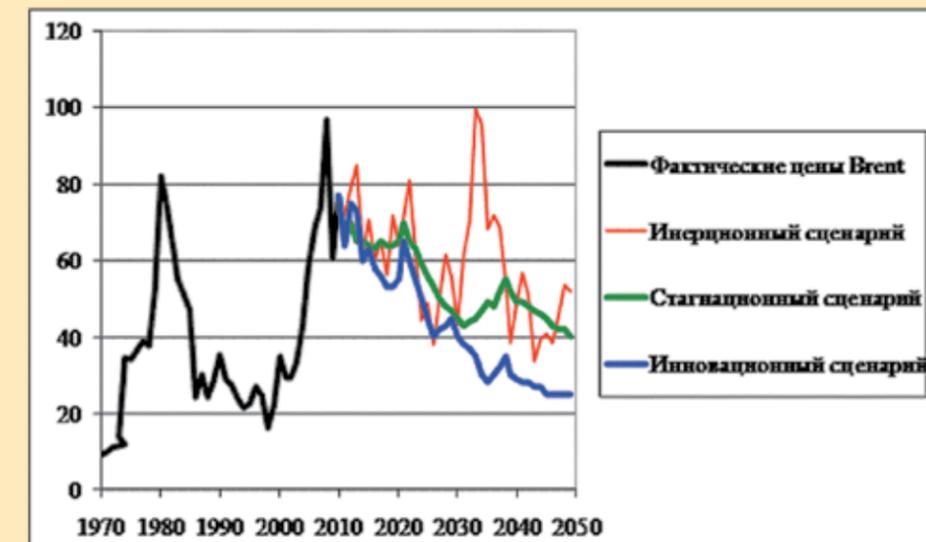
**Инновационный сценарий.** Основной предпосылкой инновационного сценария является переход к новой фазе развития в лидирующих странах, что окажет значительное индуктивное влияние и на процесс индустриализации развивающихся стран, делая его значительно менее энергоёмким.

Потребление нефти до 2020 г. стагнирует, а затем начинает снижаться. К 2050 г. снижение достигает почти 30% от современного уровня. Структура производства автомобилей и мирового автопарка к 2050 г. претерпит радикальные изменения. Главным трендом будет развитие гибридов и электромобилей. Сворачивается добыча в районах с наиболее сложными условиями и наиболее высоким уровнем издержек, что приводит к снижению предельных издержек, а в сочетании со спадом спроса – к долгосрочному и глубокому падению цен. Ожидается концентрация добычи на Ближнем Востоке с его низкими издержками, но геополитическое значение нефтяной отрасли все равно снизится, а ее использование как инструмента политического давления станет невозможным. Динамика газовой отрасли будет аналогична динамике нефтяной отрасли. Спад спроса приведет к формированию «рынка покупателя». «Геополитика газа» будет играть минимальную роль. Динамика угольной отрасли аналогична стагнационному сценарию –

стагнация до 2030 г. и существенный спад к 2050 г. (до 47% к современному уровню).

В атомной энергетике в инновационном сценарии, напротив, ожидается прорыв. К 2030 г. атомная энергетика может возрасти вдвое, а к 2050 г. – вчетверо по сравнению с современным уровнем. Основой такого роста станет ускоренный переход на стандартные реакторы 3-го и 4-го поколения, а также на реакторы на быстрых нейтронах. Это позволит решить урановую проблему и проблему отработанного ядерного топлива. Возобновляемая энергетика возрастет к 2030 г. по сравнению с уровнем 2010 г. в 9 раз, а к 2050 г. – в 26 раз (без учета биомассы и большой гидроэнергетики). Доля ВИЭ в производстве электроэнергии в мире

Рис. 7. Мировые цены на нефть в 1970–2050 гг., долл. 2009 года



Источник: расчеты Института энергетической стратегии

возрастет с 2,6% в 2010 г. до 27,1% в 2030 г. и 48,8% в 2050 г.

К 2050 г. развивающиеся страны достигают современного стандарта энергопотребления (5000 кВт-ч на человека в год). Но снижение количественных различий сопровождается ростом качественных различий. После 2030 г. в лидирующих странах начнется формирование энергетических систем нового поколения, основанных на технологиях «умных сетей». В результате основные изменения в мировой энергетике будут технологическими, а регулятивные и геополитические факторы отступят на задний план.

**Цены на нефть** в настоящее время формируются под воздействием преимущественно финансовых факторов на ведущих мировых

биржах (Intercontinental Exchange, Лондон, и NY-MEX, Нью-Йорк). В инерционном сценарии такая структура сохранится, но в стагнационном сценарии на рынок будет оказывать мощное влияние регулирование и климатическая политика, а в инновационном сценарии роль спекулятивных факторов упадет за счет роста роли технологических факторов. По прогнозу ГУ ИЭС, в инерционном сценарии уровень цен на нефть в долгосрочной перспективе будет иметь тенденцию к медленному снижению, несмотря на периодические взлеты и падения цен, обусловленные циклическим развитием мировой экономики и энергетики (рис. 7). После спада цен до 40 долл. к концу 2020-х гг. ожидается резкий рост до уровня выше 100 долл. в начале 2030-х гг. и последующий повторный спад. При этом волатильность цен будет весьма высокой.

В стагнационном и особенно в инновационном сценарии трансформация энергетического рынка в энергосервисный поставит цены на нефть в зависимость от цен на конечные потребительские услуги или технологии. Это приведет к затяжному падению цен на нефть по мере роста межтопливной конкуренции и превращения нефти в «ресурс вчерашнего дня». Особенно быстрым и глубоким оно будет в инновационном сценарии из-за снижения издержек для других источников энергии. К концу 2020-х гг. уровень цен в стагнационном сценарии может составить 60 долл. за баррель, к 2050 г. – 50 долл. (в инновационном сценарии – 40 долл. и 30 долл. соответственно).

**Новая энергетическая цивилизация.** Таким образом, долгосрочные тренды мирового экономического и энергетического развития говорят о том, что в перспективе 2010–2050 гг. можно ожидать формирования новой энергетической цивилизации. Будем понимать под новой энергетической цивилизацией особую стадию развития социума, когда происходит конвергенция энергетики с другими сферами техносферы, экономики и общества.

Конвергенция ведет к повышению роли структурной, организационной и интеллектуальной составляющей в общем энергетическом потенциале. Структурный потенциал общества повышает степень управляемости и упорядоченности процесса преобразования и использования энергии и общий энергетический потенциал за счет роста энергетической эффективности и становится важнее физического количества энергии. Абсолютные значения потребления первичных источников энергии перестают быть адекватным выраже-

нием уровня развития, большую роль играют показатели КПД, глубины переработки, величины добавленной стоимости товаров и услуг, энергоемкости, гибкости энергетических процессов, величины экологического ущерба. Происходит интеллектуализация энергетики, в ней снижается роль собственно технологических промышленных процессов и растет роль систем управления и информационных технологий. В эту тенденцию вписывается развитие «информационных» фьючерсных рынков ожиданий. Снижение, а не увеличение абсолютных величин потребления энергии в новых условиях может стать мотором технологической революции и экономического роста в рамках повышения энергетической эффективности. В этих условиях существенно изменяется соотношение между экономическим и энергетическим ростом.

Переход к новой энергетической цивилизации требует перехода от индустриальной неравновесной топливной энергетики к равновесной нетопливной. Этот переход по глубине сопоставим только с переходом от традиционной энергетики доиндустриального общества, основанной на сжигании биомассы, к индустриальной энергетике, основанной на сжигании ископаемого топлива. Переход к постиндустриальной энергетике займет целую эпоху, в отличие от относительно скоротечных энергетических кризисов 1970-х и 2000-х гг.

Наиболее заметным признаком сдвига к новой энергетической цивилизации стал бум в сфере возобновляемой энергетики. С 2000 по 2010 г. мировая мощность ветровых электростанций возросла с 18 до 198 ГВт. Мировая мощность солнечных ФВ-электростанций возросла с 1,8 до 40 ГВт, малых ГЭС – с 20 до 100 ГВт. В 2009 г. мощность электростанций с использованием биомассы достигла 62 ГВт. Общая мощность электростанций на ВИЭ, включая также геотермальные электростанции и концентрирующие солнечные электростанции, достигла 450 ГВт (2000 г. – 49 ГВт), или почти 10% мировых генерирующих мощностей.

В 2008–2010 гг. ВИЭ вышли на первое место в приросте мощностей в США и ЕС (до 50% вводов мощностей). В мире в целом доля ВИЭ возросла с 6% в 2004–2005 гг. до 23% в 2008 г. и 50% в 2010 г. При этом рост ВИЭ вышел за пределы развитых стран. Так, Китай занимает одно из лидирующих мест в большинстве отраслей возобновляемой энергетики, особенно по темпам ввода новых мощностей, и реализует амбициозные программы их раз-

вития. Наряду с ВИЭ в электроэнергетике настоящий бум пережили в 2000-е годы мировые углеродные рынки. Их объем к 2009 г. достиг 141 млрд долл. в год, увеличившись за 10 лет в 12 раз. Инвестиции в «умные сети» достигли к 2010 г. 21 млрд долл. в США и 69 млрд долл. в мире. Объем рынка энергосервисных услуг в США и ЕС достиг 4–5 млрд долл. В строительстве значимую долю стало составлять строительство по стандартам энергоэффективности (LEED в США, BREEAM в Европе) и экологической безопасности.

В рамках перехода к новой энергетической цивилизации важным трендом станет рост значения конечных энергоносителей по сравнению с первичными энергетическими ресурсами. Конечное потребление энергии формируется тремя крупнейшими секторами: производственным (включая как промышленность, так и сферу услуг), транспортным, коммунальным. В ходе энергетического и социально-экономического развития наблюдается непрерывная тенденция к повышению уровня квалификации используемых видов энергии – уровня управляемости потоком энергии и его плотностью. После 1970 г. именно тренд роста квалификации использования энергии стал определяющим для динамики энергетики в развитых странах, включая развитие систем управления энергопотреблением, развитие энергосбережения и пр. В секторе производства и распределения энергии возможные прорывные инновации сосредоточены в электроэнергетике – в технологиях генерации и организации сетей.

Основные характеристики новой энергетической цивилизации будут состоять в следующем. Это, во-первых, переход к «всеобщему производству энергии» на базе интеграции энергетики во все технические системы, включая как производственные, так и коммунальные («активный дом»). Во-вторых, произойдет радикальное повышение управляемости энергетических потоков и переход от «силовой энергетики» к «умной энергетике» и интеллектуальным системам, начиная с электроэнергетических систем, а затем и в других отраслях энергетики. В-третьих, произойдет сдвиг от ископаемых топлив в пользу возобновляемых и новых источников энергии. В-четвертых, произойдет радикальное повышение энергоэффективности, причем ее рост станет устойчивым процессом и ключевым критерием энергетического развития. В-пятых, изменится организация энергетических рынков, произойдет переход от рынков сырьевых товаров к рынку энергетических услуг, а затем к рынку

энергетических технологий. В-шестых, будет создан крупнейший сектор энергосервисных услуг по управлению энергосбережением и его оптимизации, который и станет основой для повышения энергоэффективности. В-седьмых, сформируются конкурентоспособные альтернативы моторному топливу на транспорте, которые займут значимую долю рынка и приведут к постепенному закату нефтяной эпохи. В-восьмых, изменится структура генерирующих мощностей в электроэнергетике за счет быстрого роста доли возобновляемой энергетики и быстрого прогресса соответствующих технологий. Радикально изменятся принципы организации электроэнергетических систем («умные сети», децентрализация энергетики, интеграция ее с техносферой, управление энергопотреблением в режиме реального времени, технологии накопления и передачи электроэнергии и пр.). В энергетике ожидается быстрый прогресс в технологиях возобновляемой и атомной (реакторы на быстрых нейтронах) энергетики. За счет технологической глобализации и распространения новых энергетических технологий становится возможной регионализация на уровне поставок энергоресурсов – частичный отказ от дальнего их транспорта и переориентация на использование местной ресурсной базы. Наконец, усилится роль наиболее квалифицированных видов энергопотребления – электроэнергии, особенно для работы электронных систем, лазерной техники и т. п.

**Заключение.** Современный кризис делает возможным формирование новой энергетической цивилизации, основанной на энергетической эффективности в ее обобщенном понимании. Анализ технологических трендов показывает, что мировая энергетика стоит на пороге энергетической революции, содержанием которой является переход от силовой энергетики к постиндустриальной. Силовая энергетика основана на сжигании ископаемого топлива, транспортируемого на большие расстояния, и на потреблении больших объемов энергии при сравнительно слабом управлении энергетическими потоками. При этом новые тренды и технологии не вытесняют старые, а накладываются на них, формируя сложность и многоплановость новой энергетической цивилизации. Кризис 2012 г. станет спусковым механизмом смены траектории мирового экономического и энергетического развития. Безусловно, мировая энергетика обладает высокой инерционностью, но сдвиг в направлении новой энергетической цивилизации в посткризисный период резко ускорится.