

## **Можно ли учить уроки будущего?**

### **Аннотация**

Данная статья представляет результаты сравнения сделанных в самом начале 90-х годов прогнозных оценок долгосрочного прогноза развития энергетики мира с фактическими данными. Это исследование – редкий и поэтому особенно интересный случай, когда автор прогноза сам пытается разобраться, что удалось и что не удалось предвидеть на десятилетнюю перспективу в развитии такой сложной системы, которой является мировая энергетика.

### **1. Десять лет спустя**

Только из далекого космоса наша планета кажется голубой и безмятежной, но при более пристальном рассмотрении можно увидеть, что тончайшую пелену наслоения живого на ее поверхности сотрясают сложнопереплетенные противоречия выросшие до общепланетарных масштабов. Среди них выделяется спектр противоречий порождаемых развитием энергетической базы человечества. Индикаторами их обострения являются и резкие краткосрочные колебания цен на нефть, за которыми с надеждами и проклятиями следит все человечество, и изменения в динамике таких сверхинерционных систем, как климат планеты.

Попытка заглянуть в будущее мировой энергетики и понять с какими противоречиями столкнется ее развитие, что можно предпринять, чтобы ослабить их остроту, в каких пределах это достижимо и какой ценой - все это стало предметом исследований футурологов всего мира. Последние полвека они пытаются заглянуть в отдаленное и даже весьма отдаленное будущее человеческой цивилизации. Растет число групп (их уже насчитывается около 30), которые рискуют делать прогнозные оценки на 2100 г. База данных по таким сверхдолгосрочным глобальным сценариям развития мировой энерго-эколого-экономической системы уже содержит более 600 траекторий с предельно высоким разбросом результатов [1-3].

Путь в будущее усеян руинами прогнозов. Вчерашний здравый смысл часто кажется нам наивным сегодня. Отчасти поэтому очень редко проводится анализ корректности прогнозов. Еще реже такой анализ проводят сами их авторы. Данная статья одна из немногих попыток честно разобраться, что удалось правильно определить на 10 лет вперед, а что не удалось и почему.

В 1990-1992 автор руководил коллективом, разработавшим прогноз развития мировой энергетики на 1990-2020 гг. Результаты этого исследования были опубликованы в ряде изданий, а наиболее подробно в вышедшей ровно 10 лет назад книге «Энергетика мира: уроки будущего» [4-8]. Все статистические данные, на которых строился прогноз и его основные результаты в табличной форме также были опубликованы [9]. Другими словами, мы имеем дело с редким у нас случаем, когда и допущения, и результаты, и модель прогноза полностью документированы и опубликованы. Поэтому каждый может сравнить все прогнозные оценки с фактическими данными за последнее

---

<sup>1</sup> Башмаков Игорь Алексеевич. Исполнительный директор Центра по эффективному использованию энергии. Один из ведущих экспертов России по проблеме повышения энергоэффективности и один из ведущих экспертов ООН по проблеме снижения эмиссии парниковых газов.

десятилетие. Цифры о фактическом состоянии мирового энергетического баланса за 2000 г. в сентябре 2002 г. опубликованы Международным энергетическим агентством [10-11].

## **2. Нет одной дороги в будущее**

Десять лет назад уроки будущего изучались с помощью разработанной автором модели энергетика мира "Энерглоб". Она состоит из 11 региональных блоков, в каждом из которых определяются потребности в шести первичных энергоресурсах (уголь, прочие виды твердого топлива, нефть, природный газ, ядерная энергия, гидроэнергия и возобновляемые источники энергии), шести вторичных энергоносителях (уголь, прочие виды твердого топлива, нефть, природный газ, электроэнергия, тепловая энергия) для шести секторов экономики (электроэнергетика, добыча, переработка и транспорт ТЭР, промышленность, транспорт, коммунально-бытовое хозяйство, неэнергетическое использование энергоресурсов). Кроме того, "Энерглоб" включает модели добычи и мировых рынков нефти и газа. Комплекс относительно простых моделей и экспертных оценок использовался при определении перспектив развития мировой угольной промышленности, ядерной энергетики и возобновляемых источников энергии.

Отправной точкой анализа стал базовый сценарий, разработанный, исходя из соображений "традиционной мудрости", или как его часто называют «business as usual». Затем определялись возможности ускоренного вовлечения в мировой энергетический баланс последовательно нефти (сценарий "Нефть: есть ли надежды?"), угля (сценарий "Вторая угольная волна"), газа (сценарий "Эпоха метана"), ядерной энергии (сценарий "Вторая ядерная эра"), возобновляемых источников энергии (сценарий "Солнечный путь") и оценивалась их способность ослабить остроту противоречий развития мирового энергетического хозяйства, формирующихся в базовом сценарии. Наконец, к этим шести модификациям базового сценария добавилась еще одна - сценарий с ускоренным энергосбережением ("Энергосбережение: новые стимулы"). В итоге проанализировано 7 различных сценариев развития мировой энергетики.

Когда речь идет об альтернативных сценариях, следует иметь ввиду следующее. Первые прогнозы развития мировой энергетики разрабатывались для того, чтобы понять насколько жесткими являются энергетические ресурсные ограничения экономического роста. Позже главной целью анализа стало осознание того, что можно сделать для снижения эмиссии парниковых газов и какими экономическими потерями это может обернуться. Методологические основы глобального энерго-экономического анализа претерпели заметное изменение. От чисто технократических и трендовых моделей к прогнозным схемам, в которых осуществляется попытка учесть социально-политические факторы развития. От жестких вариантов к сценариям, от сценариев к историям - описанию допущений и логических конструкций возможного состояния и условий развития человеческой цивилизации (story lines). Именно этот подход и использовался в прогнозе.

## **3. Сравнение исходных гипотез и количественных оценок**

Исходными данными прогноза являются, структура энергетического баланса мира в 1990 г., демографический прогноз ООН и прогноз роста ВВП регионов мира и глобального ВВП. В таблице 1 сведены результаты прогноза и фактические данные за 2000 г. Сопоставляются не только прогнозные оценки, но и исходные данные. Дальнейшее изложение систематически ссылается на данные этой таблицы.

## **4. Уроки будущего**

Книга «Энергетика мира: уроки будущего» заканчивается главой, где по результатам прогноза сформулировано основные выводы – уроки будущего. В последующем

изложении они приведены в кавычках. Задача данного раздела – определить насколько они оказались справедливы для 1990-2000 гг. и жизненны для периода до 2020 г.

1. «Человечество попало в демографическую "западню": оно должно систематически вовлекать в хозяйственный оборот огромные объемы ресурсов, в том числе и энергетических, только для того, чтобы обеспечить нынешний уровень благосостояния все возрастающему числу людей... Если в 1900-1990 гг. вклад демографического фактора в рост глобального энергопотребления превышал 40%, то в 1990-2020 г. формируется совершенно новая тенденция стабилизации среднедушевого мирового энергопотребления».

Таблица 1. Сравнение исходных допущений прогноза и фактических значений

	Единицы измерения	Исходное значение	Фактическое значение	Прогнозные значения		Фактическое значение
				1990 г.	2000 г.	
Численность населения	Млн. чел.	5291	5229	6251	6023	
Глобальный ВВП	1990=100	100	100	128-135	135	
Потребление первичной энергии	Млн. тут	11818 <sup>1</sup> - 12097	11088 <sup>1</sup> 12324 <sup>1</sup>	13769-14350	14457	
Уголь	Млн. тут	3103	3167	3096-3654	3263	
Биомасса и прочее твердое топливо	Млн. тут	1027	1346	1194-1246	1564	
Нефть	Млн. тнэ	2980	3060	3171-3462	3474	
Природный газ	Млн. тут	2294	2390	2737-2897	3004	
Гидроэнергия и возобновляемые источники энергии	Млрд. кВт-ч	2341	2387	3078-3670	2950	
Ядерная энергия	Млрд. кВт-ч	2083	2012	2574-2884	2593	
Потребление первичных энергоресурсов на душу населения	тут/чел.	2.28	2.36	2.19-2.25	2.36	
Производство электроэнергии	Млрд. кВт-ч	11500	11873	13300-14400	15453	
Потребление электроэнергии на душу населения	кВт-ч/чел/год	2170	2084	2140-2280	2343	
Энергоемкость ВВП	1990=100	100	100	85.1-91.0	85.6	
Электроемкость ВВП	1990=100	100	100	86.0-93.8	100.0	
Цена нефти	долл./баррель	24.4	23.7	23.0-33.9	28.4	
Доля Ближнего Востока в добыче нефти	%	30.2	26.1	30.6	30.6	
Порождаемая энергетикой эмиссия CO <sub>2</sub> (без учета сжигания биомассы)	Млрд. т С	5,64	5,80	6,10-6,40	6,37	

1. В зависимости от способа учета электроэнергии произведенной на ГЭС и на основе возобновляемых источников энергии. См. [13, с. 23] и [10, с. II-303].  
Источники: [4, 5, 9-11, 14, 20].

Число землян составлявшее в 1950 г. 2,5 млрд. человек, а в 1990 г. - уже 5,2 млрд. человек выросло в 2000 г. до 6 млрд. человек. Использованная в работе прогнозная оценка ООН численности населения на 2000 г. оказалась завышенной на 3,7%. Вывод о стабилизации среднедушевого мирового энергопотребления полностью подтвердился (см. табл. 1). Это означает, что демографический фактор стал главным детерминантом масштабов глобального энергопотребления. Данная тенденция сохранится до 2020г., возможен лишь небольшой рост этого показателя.

2. «Острота проблем развития энергетики будущего в значительной степени будет определяться соотношением количественных и качественных характеристик экономического роста. Исчерпание многих действовавших в течении десятилетий экстенсивных факторов обуславливает необходимость перехода к качественно новому типу экономического роста. Главными его отличительными

чертами являются: глобальный технологический переворот, переход от ресурсопоглощающей модели экономического развития к наукоемкой, повышение продуктивности использования всех факторов общественного производства, повышение благосостояния населения не столько за счет роста количества материальных и духовных благ, сколько за счет повышения их качества, включение в понятие благосостояния здоровой окружающей среды».

Такие периоды развития характеризуются умеренными темпами экономического роста. Поэтому потенциальный среднегодовой рост глобального ВВП во всех сценариях принимался умеренным и равным 3 % в год в 1990-2020 гг. Однако, повышение цен на энергоресурсы и прежде всего на нефть, препятствует полной реализации потенциала экономического роста, поэтому ни в одном из сценариев прогнозное значение этого макроэкономического показателя достигает только 85-94% от потенциального значения. Фактически реализовался сценарий с низкими ценами нефти в 90-х годах. Верхняя граница прогноза для сценариев с низкими ценами на 2000 г. точно совпала с фактическим значением прироста глобального ВВП (см. табл. 1). Поэтому прогноз динамики ВВП не вносит искажающего воздействия в результаты прогноза. И это удачно, поскольку автор не рассматривал другие варианты роста численности населения мира или глобального потенциального ВВП.

3. «Ключевой проблемой в определении долгосрочных стратегий развития мировой энергетики является энергосбережение, или точнее повышение эффективности использования энергии. Общеисторический закон снижения энергоемкости отчетливо проявится и в обозримой перспективе. В 1990-2020 гг., как и в 80-х годах, именно этот процесс, а не наращивание производства первичных энергоресурсов внесет решающий вклад в решение глобальной энергетической проблемы. Ускоренное развитие ни одной из подсистем мировой энергетики не может конкурировать в этом отношении с повышением эффективности энергоиспользования.

Анализ факторов и пределов изменения пропорций между экономическим ростом и энергопотреблением показывает, что движущей силой энергосбережения все в большей степени становится не изменение цен, а переход к ресурсосберегающему типу экономического роста. Последнее обстоятельство постепенно отодвигает ценовой фактор на второй план, но не устраняет его воздействия».

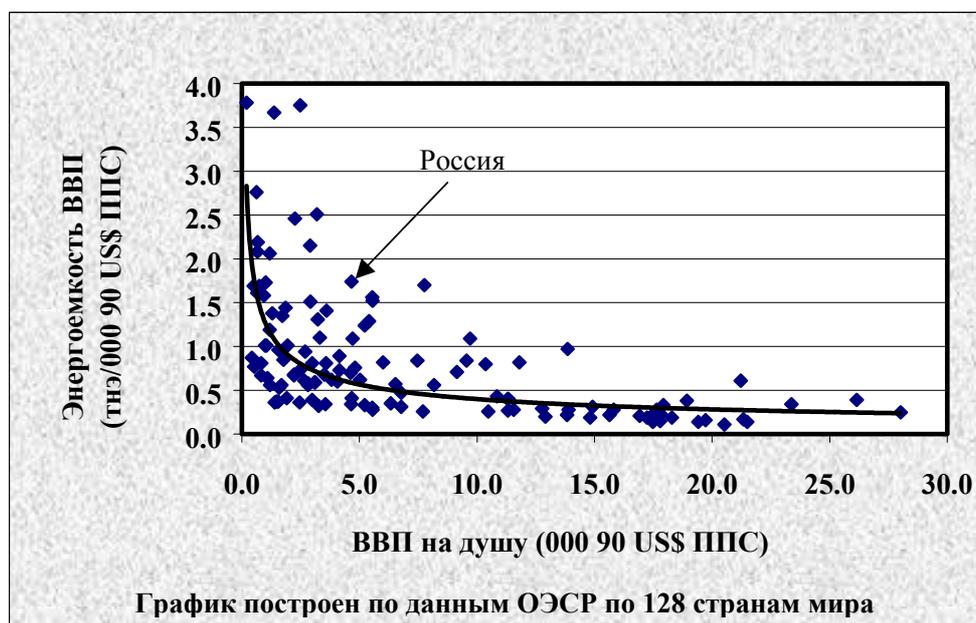
В 90-х годах, несмотря на снижение цен на энергоресурсы, главным глобальным энергетическим ресурсом явилась не нефть, а повышение энергоэффективности! Повышение уровня экономического развития сопровождается снижением энергоемкости ВВП. Это закон повышающейся энергоэффективности. В ряде публикаций 1992 г. автор впервые его сформулировал [4-6]. Эмпирически он четко проявляется при исследовании динамики энергоемкости ВВП США, Великобритании, Франции, Германии и Японии за последние 160 лет. Если учитывать не только коммерческие, а все прочие энергоресурсы, включая мускульную силу скота, энергию воды и ветра, то обнаруживаются длинные волны в динамике снижающейся энергоемкости: на смену периодам ее относительной стабильности или медленного снижения приходят периоды динамичного падения этого важнейшего показателя макроэкономической эффективности. Наиболее динамично он снижался в 1870-1895 гг., 1920- 1945 гг. и 1975-2000 гг. Закон четко статистически проявляется и при межстрановых сопоставлениях (см. рис 1).

Путь к благосостоянию лежит только по дуге снижающейся энергоемкости. Облако точек не вырождается в одну кривую, поскольку помимо уровня экономического развития есть еще целый ряд факторов, влияющих на величину энергоемкости: климат, размеры страны, ее социально-экономическое устройство и др. Интересно, что последний фактор оказывает значительно большее воздействие, чем природно-

климатические условия. Так, в конце 80-х годов энергоёмкость ВВП СССР была в два раза выше, чем в США; Чехословакии - в два раза выше, чем в Австрии; Китая – в два раза выше, чем в Индии; а ГДР в два раза выше, чем в ФРГ. И именно поэтому Россия не Америка.

Влияние большого числа разнородных факторов приводит в тому, что этот закон проявляется как тенденция:

- ⇒ генеральный тренд снижения энергоёмкости может прерываться периодами стабилизации, или даже некоторого роста этого показателя;
- ⇒ долгосрочные темпы снижения энергоёмкости составляют в среднем 1-1,5% в год. Для двукратного снижения энергоёмкости прежде требовалось от 50-до 70 лет;
- ⇒ ускорению экономического роста предшествует ресурсосберегающая смена технологической базы производства.



**Рис. 1. Энергоёмкость и уровень экономического развития**

В первых шести сценариях темпы снижения энергоёмкости глобального ВВП составили около 1 % в год. В сценарии "Энергосбережение: новые стимулы", где важным энергосберегающим фактором становится экологический, они возросли до 1,5% в год. Именно такие темпы снижения и имели место. В 1990-2000 гг. энергоёмкость глобального ВВП снизилась на 15% (см. табл. 1). Урок будущего в данном случае сводится к тому, что ускорение темпов снижения энергоёмкости ВВП мира на 0,5% далось непросто. Как и указывалось в прогнозе, он оказался достижимым за счет введения экологических налогов на энергию или топливо во многих западноевропейских странах, за счет существенной активизации административных и рыночных механизмов повышения энергоэффективности, активизации международного сотрудничества в сфере перевода энергосберегающих технологий.

Ограниченность темпов снижения энергоёмкости в глобальном масштабе, объясняется как инерционностью систем энергопотребления, так и ростом доли в мировом энергопотреблении развивающихся государств, где процессы индустриализации и урбанизации ограничивают возможности быстрого снижения энергоёмкости глобального ВВП.

4. «Успехи в сфере энергосбережения определяют остроту других аспектов глобальной энергетической проблемы и, в первую очередь, масштабы

производства первичных энергоресурсов и направления эволюции структуры мирового энергетического баланса. Очередной урок будущего сводится к тому, что рост глобального потребления первичных энергоресурсов даже при реализации очень жестких мер энергосберегающей политики остановить не удастся».

В "семерке" сценариев мировое потребление первичных энергетических ресурсов (включая некоммерческие виды топлива) увеличивается с 12,1 млрд. т у.т. в 1990 г. до 13,7-14,3 млрд. т у.т. в 2000 г. Фактическое потребление выросло до 14,45 млрд. т у.т., то есть прогнозные значения для варианта с низкими ценами, который реализовался в действительности, составили 99% от фактического уровня.

Следует иметь в виду, что исходный глобальный энергетический баланс конструировался автором в 1990-1991 гг. на базе огромного массива исходной информации как по региону мира, так и по отдельным странам [9]. Только с середины 90-х годов практически в таком же разрезе Международное энергетическое агентство (МЭА) начало публикацию энергетического баланса мира. При этом после 1990 г. МЭА пересмотрела методику учета гидроэнергии в энергетическом балансе (перешло от учета по замещаемому топливу к учету по физическому эквиваленту) и повысило оценки вклада прочих видов твердого топлива. Поэтому данные по объему потребления первичной энергии за 1990 г. не совпадают даже в самих оценках МЭА и не совпадают с исходными оценками автора (см. табл. 1).

Прогнозная оценка роста потребления первичной энергии на 2020г. до 17,6-19,8 млрд. т у.т. в 2020 г. вполне реалистична и сегодня.

5. «Вклад развивающихся государств в прирост мирового энергопотребления в 1991-2020 гг. составит 70-85%».

Наиболее подробно анализ роли развивающихся государств в формировании энергетической картины мира в 1990-2020 гг. рассмотрен в [6]. Следует отметить, что в 1990-2000 гг. их вклад в прирост глобального энергопотребления составил 75%, то есть попал в диапазон прогноза.

6. «Эволюция региональной и ресурсной структуры мирового энергетического баланса определяется в результате действия двух, подчас противоборствующих тенденций: постепенного приближения структуры производства энергоресурсов к структуре имеющихся и развивающихся запасов и тенденции к повышению качества потребляемых энергоресурсов и энергоносителей. Если говорить о первой тенденции, то она определяет сдвиг в мировом энергобалансе в сторону угля. Напротив, доминирование второй тенденции предопределяет ускоренное вытеснение этого вида органического топлива из приходной части энергобаланса. Поэтому динамика доли угля в структуре потребления первичных энергоресурсов наименее определена: она увеличивается к 2020 г. до 30% в сценарии "Вторая угольная волна" и падает до 20,6% в сценарии "Энергосбережение: новые стимулы"».

Доля угля в структуре энергобаланса в 2000 г. составила 23%. Абсолютные масштабы потребления угля увеличились с 3,17 млрд. т у.т. в 1990 г. до 3,26 млрд. т у.т. в 2000 г. (прогнозный диапазон равен 3,1-3,7 млн. т у.т.). То есть и доля и абсолютное значение попали в эти диапазоны.

7. «Объем потребления прочих видов твердого топлива увеличивается с 1,03 млрд. т у.т. в 1990 г. до 1,45-1,6 млрд. т у.т. в 2020 г., а его доля остается довольно устойчивой, варьируя в пределах от 8,2 до 8,9%».

В 90-х годах МЭА заметно повысило оценки энергетического использования горючей биомассы (дрова, сельхозотходы, мусор и т.п.) [14]. Его поздние оценки оказались ближе к исходным оценкам автора (полученным на основе самостоятельного анализа

огромного массива исходной информации), чем к их собственным более ранним оценкам. Но все же они оказались выше этих оценок, что и определило расхождение в оценке вклада этой группы энергоресурсов в глобальный энергодоланс. Из-за значительной неопределенности исходных уровней имеет смысл сравнивать приросты этого показателя. Верхняя оценка прогноза прироста в 1990-2000 гг. практически совпала с фактическим его значением. Равно как и оказался верным вывод о стабилизации вклада этого энергоносителя в 1990-2000 гг.

8. «Две глобальные энергетические проблемы - дорогой энергии и энергетической безопасности - по-прежнему будут тесно связаны с ситуацией на мировом рынке нефти. Нефть сохранит за собой положение доминирующего энергоресурса, несмотря на то, что ее доля будет устойчиво снижаться».

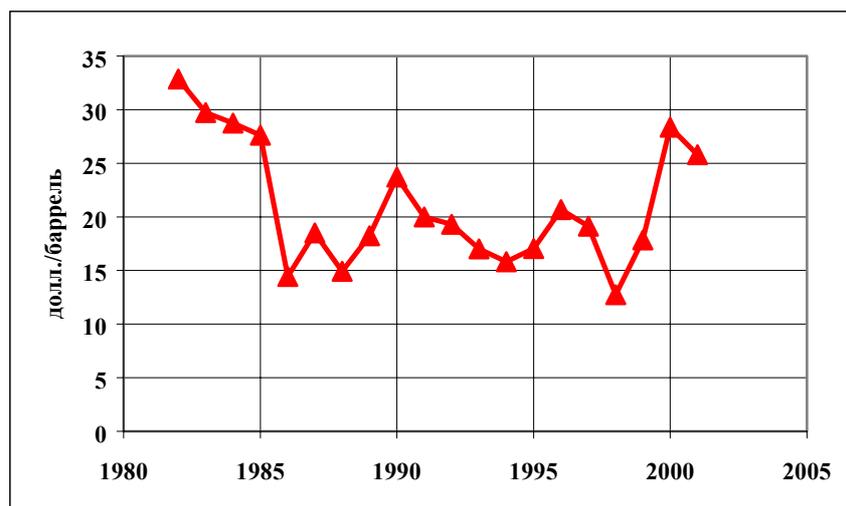
Доля нефти в структуре энергодоланса снизилась с 28% в 1990 г. до 24% в 2000 г. При этом абсолютные масштабы потребления нефти выросли к 2000 г. до 3,47 млрд. т при прогнозном диапазоне - 3,3-3,5 млрд. т. Рост напряженности баланса на мировом рынке нефти, как и прогнозировалось, связан с широким выходом на этот рынок развивающихся стран, и приростом энергетических потребностей транспортной системы. Эти два обстоятельства заметно ограничивают возможности замещения нефти другими энергоресурсами. И в дальнейшем рост потребления нефти будет происходить при повышении ее доли не поддающейся замещению, что существенно снижает возможность маневра производственной структурой мировой энергетикки. Естественно, что в таких условиях лучшим заменителем нефти является нефть, или энергосбережение. Поэтому именно в сценариях с расширением ресурсной базы мировой нефтяной промышленности и повышении темпов энергосбережения удается достичь наибольшего прогресса в решении проблемы дорогой энергии.

Прогнозная оценка роста потребления нефти на 2020 г. до 3,7-4,2 млрд. т в 2020 г. сохраняет свою жизнеленность.

9. «Вплоть до 2000 г. мировая экспортная цена нефти ни в одном из сценариев не превосходит уровня 1985 г.

Существуют сценарии, в которых тенденция к удорожанию нефти не является неизбежной, и для которых может оказаться справедливым утверждение, что вместо тенденции непрерывного удорожания нефти мы получили новый центр долгосрочных колебаний цены. Однако, справедливость подобного утверждения находится в прямой зависимости от политики "ядра" нефтяного картеля - стран Ближнего Востока - в отношении расширения производственных мощностей по добыче нефти. Зависимость мирового потребления нефти от ее поставок с Ближнего Востока во всех сценариях устойчиво повышается».

Справедливость этих утверждений можно проверить, взглянув на рис.2. Действительно вплоть до 2000 г. цена нефти оставалась на уровне ниже значения 1985 г. Пульсирующий характер динамики цен нефти сохранился. Прогнозный диапазон цены на 2000 г. составил 23-34 долл./баррель, а фактический уровень - 28,4 долл./баррель. Новый центр колебания цен установился на уровне 20-25 долл./баррель.



**Рис. 2. Динамика экспортной цены нефти (сорт Брент)**

Зависимость мирового потребления нефти от ее поставок с Ближнего Востока, в полном соответствии с прогнозом, повысилась до 30,6%. Ценообразующая сила осталась в руках ОПЕК. Сдерживание картелем расширения мощностей по добыче нефти позволило балансировать спрос и предложение нефти в 2000 г. при относительно высоком уровне цен.

В прогнозе на 2020 г. предполагается, что возрастающее давление на ограниченный ресурсный потенциал нефтяной отрасли может привести к повышению цены до 30-47 долл. за баррель. То есть центр колебаний цены может сдвинуться еще выше. Однако, чем дольше цена будет находиться на высоком уровне, тем значительнее будет ее последующее снижение и наоборот. Обоснование этого вывода дано в [25].

По прогнозу ОПЕК (видимо излишне оптимистичному) доля ОПЕК в добыче нефти в 2020 г. составит 50% [22]. Энергетическая безопасность большинства стран мира окажется в зависимости от развития политической ситуации на нестабильном Ближнем Востоке и стремления стран региона воспользоваться благоприятной конъюнктурой для повышения цен на свой основной экспортный товар. Гладкие траектории динамики цен могут рассматриваться только как центр колебаний, амплитуда которых будет весьма значительной. Урок будущего сводится к неизбежности роста экономической значимости Ближнего Востока для всемирного хозяйства и порождаемым этим императивом к поиску способов достижения политической стабильности в этом регионе.

10. «Доля природного газа в потреблении первичных энергоресурсов в базовом сценарии и большинстве его модификаций медленно увеличивается до 19-21 %. Только в двух сценариях «Эпоха метана» и «Энергосбережение...» вклад этого вида органического топлива повышается до 25 и 24% соответственно (в 2020 г.)».

Действительно, доля природного газа медленно повысилась с 19% в 1990 г. до 20,8% - в 2000 г. То есть именно так, как и предполагалось в прогнозе. Абсолютные масштабы использования газа увеличились с 2,4 млрд. т у.т. в 1990 г. до 3,0 млрд. т у.т. в 2000 г. при прогнозном диапазоне 2,7-2,9 млрд. тут.

В прогнозе предполагалось, что в 1990-2000 гг. 49-58% прироста потребления газа придется на электростанции. Фактически эта доля составила 56%. Кстати, «Энергетическая стратегия России» требует угля и ядерной энергии, тогда как рынок голосует за природный газ. В странах, где осуществляется реформа практически все вновь вводимые мощности работают на природном газе. Инвесторы, работающие на конкурентных рынках электроэнергии, выбирают только природный газ, сколько бы он

ни стоил. В Германии в итоге реформы в 1998-2001 гг. было выведено из эксплуатации 10 ГВт избыточных мощностей, выводятся также 2 ГВт на АЭС, а введено же только 3 ГВт новых мощностей и все на природном газе. Выбор в пользу газа мало зависит от цен на него: в Германии цена составляет 120 долл./1000 м<sup>3</sup>, в США – 140, в Великобритании – 93. Причина простая. На конкурентном рынке крупные инвестиции ложатся на цену и ведут к ее заметному повышению и потере рыночных позиций. Поэтому строятся мелкие станции, а только электростанции на природном газе могут строиться мелкими блоками без ущерба для их экономичности. Эта же тенденция планируется и на будущее. В США к 2020 г. 80% вводимых мощностей будут использовать в качестве главного топлива природный газ, мощности угольных станций вырастут только на 4%, а мощности АЭС снизятся на 27%. В Великобритании 72% вводимых к 2020 г. планируется на природном газе. Проблемы энергетической безопасности решаются по другому – за счет расширения доли электростанций, способных использовать два или три вида топлива (40% топливных электростанций в США).

В прогнозе предполагалось, что две трети прироста добычи газа придется на страны СНГ и развивающиеся страны. Фактически эта цифра оказалась равна 53%. В прогнозе не учитывалась возможность снижения добычи газа в бывшем СССР на 72 млн. тун в 1990-2000 гг.

К 2020 г. заметно возрастет доля развивающихся стран в добыче газа. Рост же его потребления прогнозируется во всех регионах, а значит существенно расширится мировой рынок природного газа. Жесткие требования к надежности его функционирования означают, что "газовый мост" не может быть проложен над пропастью политической нестабильности. "Эпоха метана" может наступить только вместе с новым политическим порядком, когда политические противоречия между странами не будут перерождаться в военные конфликты и не будут сказываться на стабильности экономических связей.

11. «Увеличение мирового потребления первичных энергоресурсов будет проходить при снижении удельного веса трех основных видов органического топлива, но их преобладание в структуре мирового энергобаланса сохранится до середины XXI века, а возможно и далее».

Доля органических топлив в 2000 г. составила 90% при учете прочих твердых топлив и 80% без их учета, то есть снизилась, но не значительно.

12. «Основным условием успешного развития ядерной энергетики в ближайшие десятилетия является ее безопасность и экономичность. В проанализированных сценариях доля этого вида первичного энергоресурса увеличивается с 5,5% в 1990 г. до 5,9-6,3% в 2000 г. и до 6,9-9,9 % в 2020 г.»

Фактически эта доля в 2000 г. при расчете по методике МЭА составила 6,7%. Прогнозный объем производства электроэнергии на 2000 г. был определен в диапазоне 2574-2884 млрд. кВт-ч, а фактическое значение оказалось равным 2593 млрд. кВт-ч, то есть оказалось близко к нижней границе прогноза.

Таким образом, характеристика периода до 2000 г. как затухания первой ядерной эры оказалось вполне справедлива. Нарождение второй ядерной волны, если и будет иметь место, сможет проявиться только после 2010 г. Ядерная энергетика конкурирует преимущественно с углем. Поэтому ускоренное ее развитие в сценарии "Вторая ядерная эра" практически не сказывается на степени напряженности баланса нефти и тем самым не позволяет добиться ее удешевления по сравнению с базовым сценарием. Только ускоренное развитие ядерной энергетики в развивающихся государствах могло бы способствовать решению проблемы дорогой энергии, но там оно сдерживается нехваткой капитальных ресурсов, ограниченностью квалифицированных кадров, недостаточной масштабностью систем электроснабжения.

13. «Доля возобновляемых источников энергии. в структуре приходной части мирового энергетического баланса устойчиво, но медленно, повышается с 6,2% в 1990 г. до 6,9-8,2% в 2000 г. и 7,5-9,5% в 2020 г. Ускорение их развития нельзя рассматривать как панацею».

Как уже указывалось, после 1990 г. МЭА пересмотрела методику учета гидроэнергии и других возобновляемых источников энергии в энергетическом. Поэтому сравнение целесообразно провести в абсолютных цифрах. В прогнозе на 2000 г. предполагалось, что производство электроэнергии на гидростанциях, геотермальных, ветровых, и с использованием прочих неорганических возобновляемых источников вырастет до 3078-3670 млрд. кВт-ч. В действительности оно составило 2950 млрд. кВт-ч. То есть вклад возобновляемых источников энергии рос медленнее, чем ожидалось. Их доля в выработке электроэнергии даже снизилась с 20 до 19%, а в энергобалансе - на 0,1%. Таким образом, вклад нетопливной энергетики - ядерной энергетики и возобновляемых источников изменился мало.

14. «Электроэнергия является адекватной энергетической базой постиндустриального общества. Масштабы выработки электроэнергии в мире увеличиваются с 11,5 трлн. кВт ч в 1990 г. до 13,3-14,4 млрд. кВт ч в 2000 г. и до 19,4-24,4 млрд. кВт ч в 2020 г., или в 1,7-2,1 раза ... Опережающий рост выработки электроэнергии по отношению к потреблению первичных энергоресурсов сохраняется во всех вариантах на протяжении всего периода

Сохраняется тенденция роста потребления электроэнергии на душу населения. Этот показатель увеличивается с 2,17 тыс. кВт ч/чел, в 1990 г. до 2,14-2,31 тыс. кВт ч/чел, в 2000 г. и до 2,4-3,03 тыс. кВт ч/чел, в 2020 г. (см. рис. 11.8). Однако, наряду с этим формируется новая тенденция - снижение электроемкости глобального ВВП».

Фактический уровень производства электроэнергии в 2000 г. - 15453 млрд. кВт-ч - оказался заметно выше прогнозного. Это произошло по причине реформирования электроэнергетики многих стран мира как развитых, так и развивающихся. Реформа изменила пропорции между ценами на топливо и на электроэнергию, что привело к ускоренному росту производства электроэнергии в 1998-2000 гг. В целом в странах ОЭСР в результате реформы цены для конечных потребителей снизились на 17% [20]. Если среднегодовой прирост производства в 1990-1997 гг. составил 310 млрд. кВт-ч, то в 1998-2000 гг. - уже 515 млрд. кВт-ч. Реализация реформы в Великобритании началась в 1990 г. В момент разработки прогноза начались реформы в Великобритании под лозунгом Маргарет Тэтчер - «государственное - плохо, частное - хорошо!». Главными целями реформирования стали не только приватизация, но и повышение экономической эффективности и на этой основе снижение затрат и тарифов, принятие обоснованных инвестиционных решений, снижение избыточных мощностей или привлечение дополнительных капитальных ресурсов, снижение бюджетных расходов на дотирование электроэнергетики.

Введение конкуренции на рынках электроэнергии привело практически повсеместно к снижению оптовых цен на электроэнергию и цен для конечных потребителей даже при росте цен на топливо. В Германии введение конкуренции позволило при росте оптовых цен в 1998-2001 гг. на газ на 65%, на мазут - на 34%, на уголь - на 8% снизить оптовые цены на электроэнергию на 16%! Цены на бирже снизились до 1,5 евроцента за кВт-ч, то есть до уровня почти равного уровню нашего ФОРЭМ (вспомним, что в Германии топливо и рабочая сила стоят гораздо дороже). Снижение затрат произошло под влиянием многих факторов: рост производительности труда (численность занятых снизилась на 25%), сворачивания инвестиционных программ и вывод из эксплуатации неэффективных электростанций, снижения выработки электроэнергии на ТЭЦ, но главным образом за счет оптимизации загрузки мощностей.

Тенденция к росту потребления на душу населения, как и прогнозировалось, сохранилась, а вот тезис о том, что электроемкость глобального ВВП начнет сокращаться оказался неверным: она только стабилизировалась (см. табл. 1). Ее снижение - дело последующего двадцатилетия.

15. «Структура энергопотребления по секторам глобальной экономики сохраняется довольно устойчивой. Ее медленная эволюция характеризуется ростом доли термодинамических потерь в электроэнергетике и повышением доли транспорта. Одновременно понижается доля энергетического сектора и промышленности, коммунально-бытового сектора».

Выводы о стабильности пропорций и направлений их изменения оказались верными. Пропорции менялись незначительно. Доля термодинамических потерь в электроэнергетике и собственного потребления энергии в энергетическом секторе в суммарном потреблении первичной энергии выросла в 1990-2000 гг. с 38 до 40%, доля транспорта – с 17 до 18%. Напротив, доля промышленности снизилась с 23 до 21%, и доля прочих отраслей – главным образом коммунально-бытового потребления – с 23 до 21%. Оценки структуры энергопотребления по секторам глобальной экономики в 1990 г., сделаны автором на основе обработки большого массива исходной информации. МЭА только после 1995 г. стало публиковать данные о структуре потребления энергии по секторам, что затрудняет оценку динамики соответствующих долей. Классификации автора и МЭА не совпадают. Например, автор отнес энергопотребление в сельском хозяйстве к сектору промышленности, а МЭА – к коммунально-бытовому сектору. Поэтому сами абсолютные значения долей в прогнозе и статистике МЭА различаются.

16. «Отличительной чертой будущей энергетики явится нарастающая централизация распределения энергии и диверсификации источников ее производства. Характерным явится сочетание крупных концентрированных и относительно малых энергоисточников, работающих на единую сеть; применение разнообразных комбинированных схем производства электроэнергии и тепла»

К сожалению, нет глобальных данных о производстве электроэнергии независимыми и промышленными производителями, не входящими в состав энергосистем. Однако, такие данные есть для стран ОЭСР. В 1990-2000 г. производство электроэнергии на электростанциях общего пользования выросло на 21%, а на блок-станциях – на 73%. Производство тепловой энергии на ТЭЦ общего пользования выросло на 72%, а на блок-станциях – на 78%, то есть доля ТЭЦ выросла [20]. В США при росте в 1990-1999 гг. ВВП на 31 %, мощности электростанций общего пользования снизились на 8%! Зато достаточно быстро росли мощности независимых производителей энергии – в основном крупных промышленных предприятий: с 43 до 168 ГВт. В сумме же мощности увеличились на 10%. В России также ширится процесс строительства крупными промышленными предприятиями собственных электростанций и при намеченной ценовой политике он может только заметно ускориться. Если российский независимые производители за 20 лет введут только треть того объема, что американские промышленники ввели за 10 лет, то наращивание мощностей электростанций общего пользования подконтрольных РАО «ЕЭС России» может не понадобиться вовсе. Если к тому же при повышении тарифов в два раза предприятия интенсифицируют работы по энергосбережению и электростанции будут модернизироваться на новой технической основе, а потери электроэнергии будут заметно сокращены, то потребность в наращивании мощностей заметно отодвинется во времени (за пределы 2015 г.).

17. «Одним из ключевых аспектов развития энергетики стали экологические проблемы. Экологические факторы должны быть включены в механизм сопоставления вариантов и принятия решений - глобальных, структурных,

параметрических. Другими словами, этот механизм должен действовать в рамках упомянутой выше всеобъемлющей эколого-энерго-экономической системы - и в этом смысле привычный системный подход должен быть значительно расширен, целевые функции, показатели и критерии обогащены. Так, например, в состав приведенных затрат должна включаться "скрытая" социальная, экологическая стоимость».

Сложность этой системы лучше всего иллюстрируется на примере изучения проблемы изменения климата и наших возможностей по нейтрализации негативных аспектов его изменения. В 2001 г. правительствами более 100 стран было одобрен последний документ Третьего оценочного доклада Межправительственно группы экспертов по изменению климата – *Синтетический доклад* [15-17]. Этим закончился очередной цикл работы по уточнению параметров взаимозависимостей климатической, экологической и социально-экономической систем, по определению того, что собой представляет опасное антропогенное воздействие на климатическую систему, как можно адаптироваться к изменениям климата, и что можно сделать, для ослабления антропогенного воздействия. Доклад написан Основной группой из 30 экспертов из разных стран при участии еще более 50 экспертов на основе выводов докладов трех рабочих групп и специальных докладов, над которыми работали более 1500 ученых из многих стран мира. Те, в свою очередь были написаны на основе изучения примерно 23000 новейших научных публикаций. И тем не менее, в этой проблеме еще не все ясно.

Интенсивность научных разработок в этой области за последние годы связана с тем, что для удержания изменений климата в пределах не сопряженных с огромными экономическими потерями масштабы ограничения выбросов парниковых газов должны существенно выйти за пределы привычных границ. То есть, потребуются значительные усилия на преодоление сил инерции, а значит потребуются большие затраты, ограничения на масштабы энергопотребления и перестройка структуры энергетического баланса.

18. «Учет «скрытой стоимости» призван внести важные изменения в привычные оценки эффективности многих процессов и энергоисточников. Так, одним из важнейших результатов явится значительное возрастание экономичности энергосбережения, что существенно важно, учитывая, что снижение энергоемкости все больше становится результатом не просто организационно-технических мероприятий, а следствием внедрения капиталоемких энергосберегающих технологий. Учет эффекта для окружающей среды существенно улучшает конкурентоспособность природного газа по отношению к другим видам органического топлива».

Проблема ограничения эмиссии вредных веществ является проблемой только потому, что, ее решение сопряжено с колоссальными затратами. Введение механизмов торговли квотами на выбросы в последние 10 лет привело к тому, что единицы выбросов приобрели не только свою «скрытую стоимость», но и реальную рыночную цену.

Для оценки затрат на снижение эмиссии используются два основных подхода – технико-экономический анализ или инженерный (по схеме снизу-вверх, от технологии к масштабам ее применения во всей экономике) и макроэкономический анализ (по схеме сверху-вниз, от макроэкономических пропорций к технологиям, внедрение которых может частично вызывать эти изменения). Как правило, инженерный анализ дает более низкие оценки затрат, чем макроэкономический. В процессе работы над [15] четыре эксперта – автор этих строк, голландский специалист Р. Сварт и два американских специалиста Я. Саттэй и Р. Ричелс – пришли к заключению, что при сближении условий анализа (при допущениях о безграничном доступе в любой точке планеты к новейшим технологиям и свободной торговле эмиссиями) эти подходы

дают сходные результаты. Если говорить о эмиссии парниковых газов, то многие исследования сходятся на том, что – в зависимости от сектора экономики – примерно половина потенциала может быть реализована за счет мер, которые окупаются в приемлемые сроки, а вторая же половина потребует дополнительных затрат вплоть до 100 долл. США/т эквивалента С (в ценах 1998 г.). Удельная стоимость биологических способов поглощения эмиссии составляет от 5 долл./тС в тропических странах до 10-70 долл./тС в прочих странах [18].

Большинство специалистов сходятся на том, что в первой половине 21 века главным направлением ограничения эмиссии станет повышение энергетической эффективности, а также рост использования природного газа, а во второй - лидерство перейдет к применению энергетических ресурсов с низким содержанием углерода и технологиям улавливания и захоронения парниковых газов [18].

В перечень инструментов политики ограничения вредных выбросов и смягчения воздействия на изменение климата входят: налоги на эмиссию; торговля единицами выбросов; государственные субсидии или прямые инвестиции в новые технологии; добровольные соглашения; лимиты на выбросы; стандарты; запреты на производство или использование отдельных продуктов; государственные расходы на НИОКР, программы маркировки, информационные программы и др. Эти меры или инструменты могут применяться порознь, однако они более эффективны, если применяются во взаимоувязанном пакете [18]. Замечательно то, что сегодня уже есть опыт практического использования всех этих инструментов и их комбинаций в разных странах [19]. Эффективность политики ограничения выбросов повышается, если она интегрируется с другими целями и программами развития. Большую роль играет макроэкономическая политика, структурные сдвиги в экономике, реформирование отдельных секторов экономики (например, меры по реформированию электроэнергетики и ЖКХ в России).

19. «Технические средства подавления эмиссии окислов серы, азота, золы найдены. Опыт реального развития энергетики отдельных регионов и последние прогнозы показывает возможность наращивания масштабов энергопотребления при абсолютном сокращении выброса этих вредных веществ. Проблема поддержания экологического баланса на планете не имеет легких решений».

Ряду стран – Великобритании, Франции и Германии – удалось в 1990-2000 гг. обеспечить стабилизацию или даже снижение не только традиционных загрязнителей, но даже эмиссии парниковых газов при приросте потребления энергии и росте ВВП. Даже в отношении самой масштабной экологической проблемы – снижения эмиссии парниковых газов - можно отметить, что комбинация широкого спектра уже известных технологий и соответствующих социально-экономических и институциональных изменений достаточна для того, чтобы стабилизировать концентрацию на сравнительно безопасном уровне 450-550 частей на миллион и даже ниже [15 и 18]. Однако, не все упирается в технологии. Изменения коллективного и индивидуального поведения могут иметь значительное влияние на уровень выбросов, но требуют заметных изменений в структуре институтов и в нормативно-правовом поле. Сегодняшние схемы мотивации подталкивают к формированию ресурсоемких структур потребления и производства. Реформы, побуждающие к изменению поведения отдельных лиц и организаций, процессов принятия решений в таких областях как землепользование, энергетическая, жилищная и транспортная политика могут заметно расширить или ограничить спектр возможностей по ограничению эмиссии.

20. «Во всех сценариях эмиссия CO<sub>2</sub> продолжает увеличиваться. Ни маневры со структурой потребляемых топлив, ни ускоренное энергосбережение, стимулируемое отчасти введением налога на углерод, не позволяют остановить этот рост.

Введение налога на углерод и ускорение процесса энергосбережения позволяет затормозить рост эмиссии ... , но не дает возможности остановить его».

Здесь следует оговориться, что в книге «Энергетика мира: уроки будущего» оценивалась эмиссия порождаемая не только сжиганием органических топлив, но и биомассы. Кроме того, методика инвентаризации была разработана ОЭСР только в 1992 г. (автор участвовал в ее обсуждении). Еще позднее в два этапа она была принята МГЭИК (Международной группой экспертов по изменению климата) [21]. С учетом этого скорректированы исходные и прогнозные уровни эмиссии (табл. 1). Что касается оценки на 2000 г., то она только на 0,5% отличается от фактического значения. Рост эмиссии действительно не удалось остановить.

21. «Не потеряла своей актуальности проблема ресурсной обеспеченности прогнозируемых объемов потребления невозобновляемых первичных энергоресурсов. В последующее тридцатилетие нагрузка на ресурсный потенциал планеты существенно возрастет. Несмотря на то, что увеличение мирового потребления первичных энергоресурсов в соответствии с прогнозом будет происходить при понижении удельного веса традиционных видов минерального топлива (угля, нефти и природного газа), в абсолютных масштабах их вклад существенно возрастет».

В 1990-2020 гг. накопленная добыча органического топлива составит 390-420 млрд. т у.т. Недостаточные инвестиции в развитие топливной базы в 90-х годах ведут к тому, что уже в 2010-2020 гг. баланс по нефти и газу будет напряженным, а значит потребуются значительное вовлечение в хозяйственный оборот еще не открытых ресурсов. Сравнение прогноза, сделанного в 1992 г. перекликается с прогнозом ОПЕК 2002 г., согласно которому именно к 2010-2020 гг. ввиду ограниченных возможностей по наращиванию добычи в прочих странах, ожидается существенное повышение спроса на нефть ОПЕК [22]. Подобный вывод сформулирован также в [18].

22. «Проблема роста издержек производства и удельных капиталовложений в энергетике стоит очень остро. Ослабление усилий по ее решению ведет к гипертрофии "отвлекающей" функции энергетике. Активизация функции НТП, тормозящей рост удельных капиталовложений в энергетике, важна и потому, что львиная доля инвестиций идет не на наращивание, а только на поддержание текущего уровня производства энергоресурсов и энергоносителей».

Доля инвестиций в энергетический сектор в глобальном валовом продукте составляет примерно 1,5%. На долю электроэнергетики приходится 0,7-0,8%, добычу топлива – еще 0,3-0,4%, а остальное - на переработку и транспорт энергоносителей. В период 1990-2020 гг. в среднем в год на нужды развития ТЭК будет расходоваться 320-500 млрд. долл. в ценах 1990 г. [3].

В «Энергетической стратегии России» потребность только электроэнергетики в инвестициях определена равной 150-250 млрд. долл. в 2001-2020 гг. Только в 2001–2005 гг. потребуются 18-19 млрд. долл. при ВВП немногим выше 1000 млрд. долл. То есть, на развитие электроэнергетики предлагается направить почти 2% ВВП, или 20% всех инвестиций в экономику, что в три раза выше среднемировых данных. Следует сразу сказать, что отвлечение на нужды развития электроэнергетики 15-20% всех инвестиционных ресурсов существенно затормозит экономический рост, поскольку эта отрасль весьма капиталоемкая, то есть затраты в ней окупаются медленно. Это противоречит установке на ускорение экономического роста.

23. «Безвозвратно уходят в прошлое те времена, когда разработкой энергетической политики занимались энергоснабжающие компании. Общественное мнение становится важнейшим фактором процесса принятия решений в энергетике, оттесняя не второй план технократическое планирование. Доверие к правительству, адекватная информированность

общественности - только такой путь позволит получить поддержку у населения крупных изменений энергетической политики, предлагаемых технократами. Борьба различных групп за общественное мнение невозможна под покровом секретности. Их стремление манипулировать общественным мнением, информируя его об опасностях альтернативных сценариев развития энергетики, повысит информированность общества и затруднит возможность манипулирования его мнением. На смену государственной энергетической политике придет народная энергетическая политика, базирующаяся на знании, а не на эмоциях».

Это произошло еще не во всех странах. Но движение в этом направлении очевидно. Возьмем для примера Россию. В декабре 1992 г. - январе 1993 г. ЦЭНЭФ по собственной инициативе разработал проект Закона РФ "О повышении эффективности использования энергии" и представил его на рассмотрение сначала в бывший Верховный Совет РФ, а затем в Государственную Думу. Проект Закона был опубликован в 1993 г. [23]. Благодаря активности ЦЭНЭФ был создан прецедент публичного обсуждения законодательства в области энергетики. Сегодня, 10 лет спустя, активно и относительно открыто обсуждается пакет законов о реформировании электроэнергетики.

24. «От решения проблемы совершенствования методов прогнозирования зависит эффективность использования миллиардных вложений в энергетику. Существенное усложнение взаимодействий общества, энергетики, экономики и экологии не позволяет надеяться на использование простых рецептов при разработке энергетической политики. Самым сложным и самым актуальным шагом на этом пути станет переход от технократического планирования к анализу реакции ведущих классов общества и отдельных социальных групп на те или иные меры энергетической политики, способности их сопротивляться одним мерам и способствовать реализации других, поиску средств правильной коммуникации с этими группами, ослабляющими их сопротивление. В этом направлении сделано еще очень мало».

Да, в этом отношении сделано очень мало. Автор 10 лет назад попытался реализовать замыкание логической цепи рассуждений: от гипотез об условиях социально-политического и технологического развития к анализу перспектив и целей экономического роста, к анализу степени его устойчивости на фоне ресурсных, экологических, климатических и других ограничений, к анализу возможности укрепления желательных и нейтрализации нежелательных последствий такого развития, а затем обратно к анализу последствий воздействия всех этих ограничений и наших возможных действий по их преодолению на условия социально-политического развития. Сопоставление исходных гипотез и результирующих выводов позволит определить степень непротиворечивости рассмотренных траекторий развития человеческой цивилизации и сформировать мнение об их осуществимости. В 1985 г. была предложена схема для анализа результатов среднесрочных эконометрических прогнозов [12]. В ближайшем будущем мы еще увидим подобные попытки. Это позволит более прилежно учить «уроки будущего» и тем самым снизить уровень неопределенности нашего представления о нем, отсекая многие неосуществимые «дороги в будущее».

25. «Последний урок ... - это необходимость разработки мировым сообществом согласованной стратегии развития мировой энергетики».

Координации энергетической политики требует решение глобальных экологических проблем, таких, например, как смягчение изменения климата. Примером такой координации стал подписанный в 1997 г. Киотский протокол, который определяет границы эмиссии парниковых газов на 2008-2012 гг. для развитых стран, в том числе и для России, а значит и наложил ограничения на темпы и пропорции потребления

органических топлив. Россия собирается его ратифицировать, тем самым ее энергетическая политика должна будет учитывать принятые обязательства. Сегодня есть примеры координации энергетической политики в рамках СНГ, с США, Европейским Союзом. Инструментами такой координации являются Мировой энергетический конгресс, «Энергетическая хартия» и многие другие.

\* \* \*

Ответ на вопрос вынесенный в заголовок статьи положительный. Да, уроки будущего учить можно. Больше того, только на этом пути возможен поиск баланса требований роста благосостояния человечества, сохранения природы и климата, обеспечение надежности функционирования артерий, по которым циркулируют энергетические потоки, преломленный через призму общественного мнения относительно того, что такое "хорошо" и что такое "плохо" в энергетической политике, с одновременной максимизацией усилий в направлении нейтрализации тренда к быстрому росту удельного веса энергетики в общей величине затрат общественного производства.

### Ссылки

1. "Emission Scenarios" IPCC Special Report. WMO. UNEP. Cambridge University Press. 2000.
2. Climate Change 2001. Mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change". WMO. UNEP. Cambridge University Press. 2001).
3. Nakicenovic, N., A. Grubler, and A. McDonald. Global Energy Perspectives. IIASA. Cambridge University press. 1998.
4. И.А. Башмаков. Ред. Энергетика мира. Уроки будущего. М., ИНЭИ. МТЭА. 1992. 467 стр.
5. I.Bashmakov. Energy for the New Millennium. CENEf, 1999
6. I.Bashmakov. World Energy development and CO2 emission. Perspectives in Energy. 1992. Vol.2. p.1-12
7. I.Bashmakov and A. Beschinskii. The age of methane: myth or reality. "Perspectives in Energy". 1992. Vol.1. p.367-380
8. I.Bashmakov and A. Beschinskii. Forecasting long-term worldwide energy developments. Soviet Technical Review. A. Energy. 1992. Harwood Academic Publishers GmbH. P. 1-43.
9. И. Башмаков, А. Бесчинский, В. Лихачев и др. Система статистических показателей энергетики мира. М. ИНЭИ, МТА. 1993. 137 стр.
10. Energy Balances of Non-OECD Countries. 1999-2000. IEA. OECD. 2002. 499 p.
11. Energy Statistics of Non-OECD Countries. 1999-2000. IEA. OECD. 2002. 735 p.
12. И. Башмаков. О реализации и анализе результатов макроэкономических прогнозов (метод семи матриц). В кн. «Система обработки макроэкономической информации». Москва. «Наука», 1987 г.
13. Energy Statistics of Non-OECD Countries. 1989-1990. IEA. OECD. 1992. 417 p.
14. OECD. 1998. Biomass energy: Data, Analysis and Trends. Conference proceedings. Paris, France, 23-24 March 1998, IEA/OECD.
15. "Climate Change 2001. Synthesis Report. Contribution of Working Group I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change" R.T. Watson Editor. D. Aslbritton, T. Barker, I. Bashmakov et. all.
16. И.А. Башмаков. Изменения климата: в чем уверена наука? «На пути к устойчивому развитию». № 20, 2002 г., стр. 29-32
17. И.А. Башмаков. Что сделала Россия для снижения выбросов парниковых газов? «На пути к устойчивому развитию». № 21, 2002 г., стр. 46-47.
18. "Climate Change 2001. Mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change" и "Climate Change 2001. Mitigation. Summary for Policymakers and Technical Summary of the Working Group III Report". WMO. UNEP. Cambridge University Press. 2001). T. Banuri, T. Barker, I. Bashmakov et. all.
19. Авторы исследования "Dealing with Climate Change. Policies and Measures in IEA Member Countries" (2001 Edition. IEA/OECD. Paris. 2001) насчитали по состоянию на 2001 391 меру предпринятую в странах, входящих в МЭА. В Великобритании уже начата торговля квотами на выбросы углекислого газа.
20. Electricity Information 2002. IEA. OECD. 2002. 718 p.
21. Revised IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC/OECD/IEA. Paris, 1997.
22. Нефть: перспективы до 2020 г. Прогноз секретариата ОПЕК. «Мировая энергетическая политика». Сентябрь 2002 г.

23. И. Башмаков и др. Проект Закона Российской Федерации «О повышении эффективности использования энергии ЦЭНЭФ. 1993.
24. И. Башмаков. О причинах падения и перспективах динамики цен на нефть. «Мировая экономика и международные отношения». №1. 1988.

И. А. Башмаков

Директор Центра по эффективному использованию энергии

[bashmako@online.ru](mailto:bashmako@online.ru)

тел./факс: 128-9353, 128-84-91, 128-94-89