

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**КАРШИНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО - ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**Направление 5520100 - «ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА»**

**ВЫПУСКНАЯ  
КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**Анализ технологий энергосбережения и экономии  
углеводородного сырья**

Руководитель:

**Муродов И.**

\_\_\_\_\_ (подпись)

Выпускник:

**Куйлиев М.**

\_\_\_\_\_ (подпись)

**"Допускается к защите"**

Зав. кафедрой:

\_\_\_\_\_ А. Комилов

(подпись)

**"Направлен в ГАК"**

Декан факультета:

\_\_\_\_\_ доц. А. И. Юсупов

(подпись)

" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2014 год

" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2014 год

**КАРШИ - 2014 год**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>3</b>
<b>I. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.....</b>	<b>6</b>
<b>Глава 1. Основные понятия и законы энергосбережения.....</b>	<b>6</b>
1.1. Структура мирового производства энергоресурсов.....	6
1.2. Энергосбережение - комплексная развивающаяся научно- техническая проблема.....	22
<b>Глава 2. Топливо-энергетический комплекс Узбекистана.....</b>	<b>47</b>
2.1. Аспекты низкой энергетической эффективности.....	47
2.2. Энергетический баланс и потенциал энергосбережения.....	55
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>69</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>70</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Сегодня в мире происходят грандиозные изменения, результаты которых будут определять жизнь человечества в течение всего XXI века. Часть этих изменений связана с дальнейшим развитием науки и наукоемких отраслей производства, другая часть - с геополитическими изменениями на международной арене. Экономическое и политическое лидерство в мире сосредоточилось в руках развитых стран Запада - так называемого золотого миллиарда. В этих странах проживает менее миллиарда человек, или немногим более 15% населения Земли, однако они потребляют 80% мировых ресурсов. Такое положение создает предпосылки нового глобального конфликта. Тем не менее, межгосударственные и межнациональные противоречия не могут остановить нарастающих процессов глобализации в экономической, финансовой и информационной сфере помочь решению трех важнейших проблем, стоящих сегодня перед человечеством.

Первая из них - проблема перенаселения. Если в начале нашей эры на Земле проживали всего 250 млн человек, то к 1900 году мировое население выросло до 1600 млн, к 2002 г. - до 6220 млн. По прогнозам, в 2050 г. численность населения планеты может достичь 9,5 млрд человек, а в 2100 г. даже 12 млрд. Такой прирост может оказаться катастрофическим для человечества. По мнению многих гидрогеологов, в конце XXI века проблема с водой будет важнее топливной и энергетической. В ОАЭ литр питьевой воды уже стоит дороже литра нефти. По данным ООН, в мире существует около 200 районов для потенциальных конфликтов разного масштаба, в основе которых лежит водная проблема.

Другой, не менее серьезной для человечества остается угроза глобальной экологической катастрофы. Продолжают развиваться такие тревожные процессы, как загрязнение рек и морей промышленными отходами, истребление диких животных, вырубка лесов. В тропических

лесах, являющихся главными «зелеными легкими» планеты, ежегодно вырубается до 15,7 млн гектаров. Исчезновение привычных условий обитания ведет к вымиранию животных и растений. Изменения угрожают и климату планеты. С 1970-х годов ученые заговорили о глобальном потеплении - средняя температура выросла почти на 1 градус. Главной причиной этого стал парниковый эффект, вызванный массовым выбросом в атмосферу углекислого газа - продукта промышленности и транспорта. Еще одно тревожное явление - так называемые озоновые дыры в земной атмосфере, виновниками которых считают хлористые соединения, которые прежде использовались в производстве аэрозолей и холодильников. В ближайшие 15 лет выбросы углекислого газа обещают вырасти вчетверо, что требует дальнейших мер по их сокращению.

Третьей важнейшей проблемой, стоящей перед современным человечеством, является энергетическая. Мало обеспечить человека пищей, водой, жильем, одеждой и многими другими жизненно важными потребностями, необходимо также уметь покрывать быстро растущее энергопотребление. Сегодня в мире ежегодно потребляется около  $1,05 \cdot 10^{18}$  калорий (120 ПВт-ч), что эквивалентно непрерывному расходу энергии приблизительно в 13 ТВт. Примерно столько же производят 13 000 атомных электростанций мощностью 1 ГВт. По мере роста численности населения планеты, развития стран и достижения более высокого уровня жизни ожидаемый спрос на энергию возрастет к 2025 г. до 21 ТВт, а к 2050 г. даже до 30 ТВт.

В связи с этим анализ технологий энергосбережения и экономии углеводородного сырья является **актуальной темой**, изучение которой даст возможность понимание законов энергосбережения и их применения в топливно-энергетическом комплексе Узбекистана.

**Объектом исследования** являются основные понятия и законы энергосбережения.

**Предметом исследования** является изучение энергосбережения в структуре мирового производства энергоресурсов, включительно Республики Узбекистан.

**Цель исследования** - изучение законов энергосбережения и путей их эффективного применения в топливно-энергетическом комплексе Узбекистана.

**Задачи исследования**, которые необходимо решить, чтобы достичь поставленной цели характеризуется следующим перечнем:

1. Изучение структуры мирового производства энергоресурсов.
2. Анализ тенденций и сценариев энергосбережения - как комплексной развивающейся научно-технической проблемы.
3. Определение аспектов низкой энергетической эффективности топливно-энергетического комплекса Узбекистана.
4. Обоснование энергетического баланса и потенциала энергосбережения топливно-энергетического комплекса Узбекистана.

### **Практическая ценность работы**

Проведённый комплекс работ в данной работе позволил установить основные направления и потенциал энергосбережения в топливно-энергетическом комплексе Узбекистана, перечень технологий и методы эффективного использования топливно-энергетических ресурсов и технологий энергосбережения и экономии углеводородного сырья.

## ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ЗАКОНЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

### 1.1. СТРУКТУРА МИРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

В табл. 1.1 приведены данные по энергетическим ресурсам, из которых видно, что на долю углеводородов нефти и газа, как источников энергии, приходится более половины (63%) всех добытых и выработанных энергоресурсов, а доля органических видов топлива в энергетическом балансе превышает 87%. Из табл. 1.1 следует, что экономия 1% энергоресурсов эквивалентна почти 97 млн. т. топлива.

Таблица 1.1.

#### Мировое производство энергии

Виды энергии	Годы						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Природный газ мЗмлрд	2235	2239	2290	2352	2436	2493	2528
Нефть и газовый конденсат, млн. т	3373	3470	3539	3462	3601	3581	3557
Уголь, млн. т	2306	2309	2259	2139	2130	2239	2379
* Энергия атомных электростанций	545	541	551	571	585	601	611
* Энергия гидроэлектростанций	580	587	596	601	616	585	592

\* Млн. т нефтяного эквивалента.

Из представленных данных видно, что более 80% энергетических ресурсов приходится на природные ископаемые, в том числе углеводородные. Поскольку более 90% нефти и газа используются как

топливо, то предложенная идея курса представляется вполне обоснованной.

Таблица 1.2.

### Доля отдельных источников энергии в мировом энергобалансе [2]

Период	Мускульная энергия человека	Органические вещества	Древесина	Уголь	Нефть	Природный газ	Водная энергия	Атомная энергия
1000 н.э.	10	20	70	-	-	-	-	-
1900	-	16	16	65	3	-	-	-
1955	-	13	8	55	16	3	5	-
1992	-	-	10	32	34	18	5	1
2010	-	-	1	28	43	19	4	5

Таблица 1.3.

### Запасы и добыча нефти и газа в мире [2]

Регион, страна	Запасы нефти, млн. т	Добыча нефти, млн. т		Запасы газа млрд. м3	Добыча газа, млрд. м3	
		Всего	в т.ч. ГЖК		Общая	Товарная
Северная Америка	28240	492,8	116,1	7075	872	740,5
Канада						
США	24465	141	25	1700	202	168,5
Латинская Америка	3775	351,8	91,1	5375	670	572
Западная Европа	18556	508,9	44,4	8198,1	196,3	122,1
	2587,3	310	31,2	5088,7	298,7	281,8

Восточная Европа	249	10,8	1,3	473	25,6	24,6
СНГ	24905,5	473,5		55348	744,3	
Россия	18700	379,6		46800	595,3	
Северная Африка	7304	184,5	33,6	8140	171,8	104,6
Тропическая Африка	6166	187,6	11,4	5258	53,7	17,4
Ближний Восток	101752,6	1042,6	79,4	59836	347,7	207,4
Южная, Юго-Восточная Азия	3550	180,8	32,3	7660	248,9	203,8
Восточная Азия	16	161,2	6,7	1617	36,6	35,7
Австралия и Океания	651	39,4	11,2	2750	48,1	39,1
Всего в мире	200677,4	3563,5	367,6	160985,8	3044,7	2521

В мире все взаимосвязано и взаимозависимо. Рассмотрим обеспеченность мировой экономики энергией и природным углеводородным сырьем. В средствах массовой информации и специализированных изданиях нередко обсуждаются энергетический, нефтяной и экологический кризисы.

Известно, что третьей проблемой, стоящей перед человечеством, является энергетическая. Потребление энергии в современном мире продолжает расти, в то время как запасы основных энергоносителей - нефти и газа - сокращаются или растут недостаточно быстро. Это иллюстрируют следующие рис. 1.1.

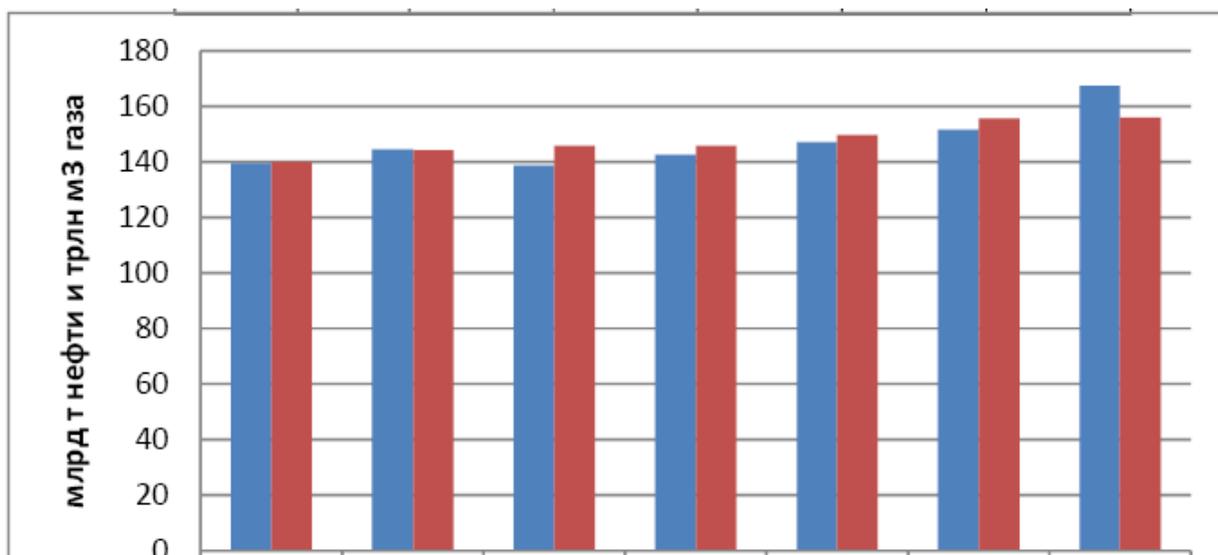


Рис. 1.1. Рост разведанных запасов нефти и газа [2]

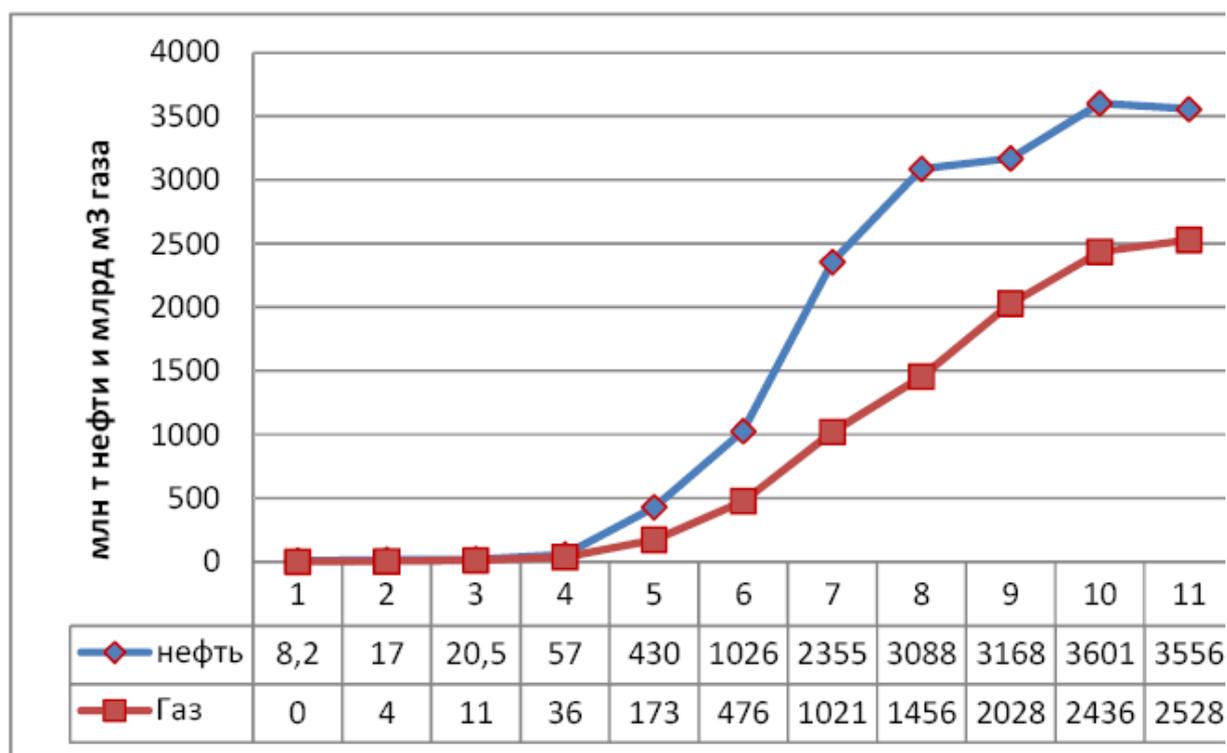
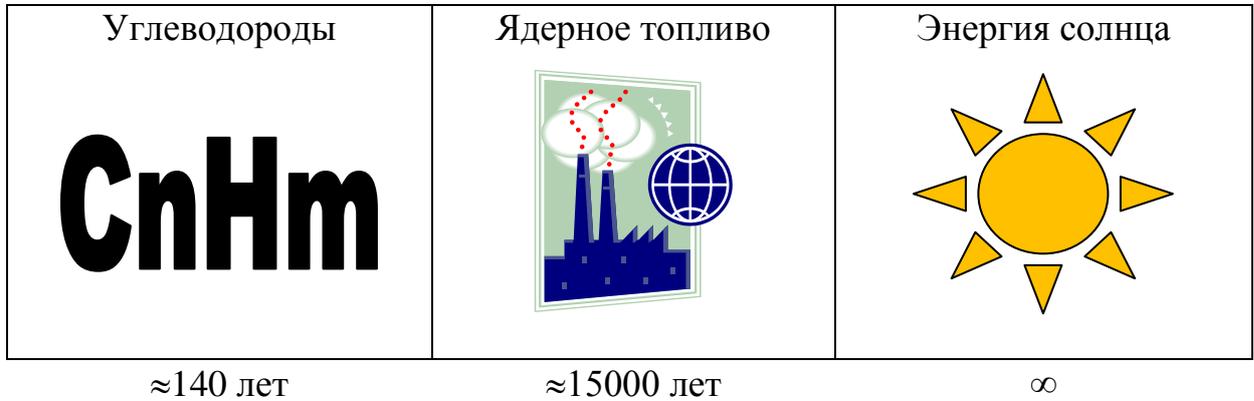


Рис. 1.2. Добыча нефти и газа в мире с 1860 по 2012 г. [2]

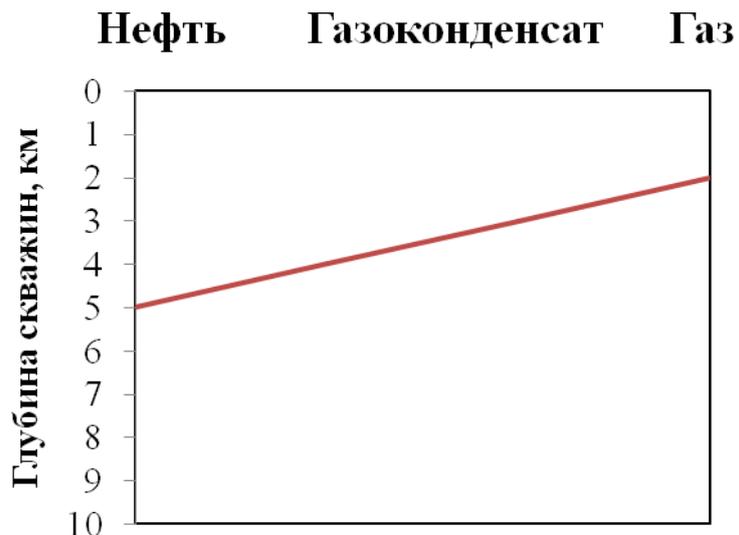
**Прогноз потребления энергоресурсов и их потенциал в земных недрах.** На Рис. 1.3 приведены энергетические ресурсы и время, в течение которого люди могут ими воспользоваться для поддержания современного жизненного уровня. По данным ЮНЕСКО среднестатистическое годовое

потребление энергии на Земле в расчете на человека составляет около 2 кВтч. Из рис. 1.3 видно, что открытых запасов природных углеводородов хватит примерно на 150 лет.



**Рис. 1.3 Запасы различных видов энергии на Земле [3]**

На рис. 1.4 схематично показана литосфера Земли и приведены средние значения глубин, на которых залегают разведанные природные углеводороды: нефть, газовый конденсат и газ. Видно, что неразведанные запасы вышеназванных полезных ископаемых составляют большую часть земных недр.



**Рис. 1.4 Средняя глубина эксплуатационных скважин при добыче нефти, газоконденсата и газа [3]**

Анализ свидетельствует о большом потенциале земных недр для дальнейшей добычи УВ. Стратегия развития отраслей ТЭК во многом определяется потенциальными ресурсами углеводородного сырья и возможностями их освоения. Для прогноза развития ресурсной базы в период с 2013-2100 год использованы следующие данные:

- мировые извлекаемые запасы нефти (по состоянию на 2013 г.) - 177 млрд. т;
- за счёт открытия месторождений на суше (труднодоступные районы, ловушки на глубинах 5-7 км) прогнозируется прирост запасов - 50 млрд. т;
- за счёт открытия месторождений на континентальном шельфе- 200 млрд. т;
- за счёт увеличения коэффициента извлечения нефти (от 0,3 в настоящее время до 0,4 в 2050-2100 годы) - 100 млрд. т;
- доказанные запасы битуминозных песчаников в Канаде - 23,6 млрд. т;
- за счёт освоения битуминозного сырья (геологические ресурсы более 700 млрд. т) - 400 млрд. т;
- за счёт освоения месторождений горючих сланцев (геологические ресурсы 550 млрд. т) - 5 млрд. т;

В 2013 году добыча нефти составила 3,6 млрд. т. При увеличении в 2100 году в два раза средняя добыча в течение ста лет для прогноза может быть принята как 5 млрд. т/год. Таким образом, планируется извлечь 500 млрд. т условного топлива. По прогнозу прироста запасов такая цифра вполне реальна - по оценкам она составляет более 600 млрд. т.

- мировые извлекаемые запасы газа (по состоянию на 2013 г.) - 162 трлн. м<sup>3</sup>;
- за счёт открытия месторождений на континентальном шельфе- 300 трлн. м<sup>3</sup>;

- за счёт открытия месторождений на больших глубинах (труднодоступные районы, ловушки на глубинах 5-7 км) прогнозируется прирост запасов - 100 трлн. м3;

- за счёт метана угольных месторождений - 40 трлн. м3;

- за счёт освоения газогидратов - 50 трлн. м3.

В 2012 году добыча газа составила 2527,6 млрд. м3. К 2100 году прогнозируется добывать 7500 млрд. м3. При средней годовой добыче газа в 5 трлн. м3 разведанных на сегодня запасов хватит на 140 лет.

Не умаляя значения экономического фактора на рынке топлива и энергии, вызванного соотношением предложения-спроса, из рис. 1.6 и 1.7 можно сделать достаточно оптимистический вывод. Возникающие время от времени энергетические, нефтяные и топливные кризисы пока еще определяются не ограниченностью природных ресурсов, а, скорее всего, обусловлены исчерпанием возможностей существующих технологий разведки, разработки, добычи, переработки, транспорта, хранения и использования топливных и энергетических ресурсов природных углеводородов.

**Тенденции развития мировой энергетики.** К началу третьего тысячелетия нефть и природный газ по-прежнему остаются «кровью» мировой экономики и основой энергетики подавляющего большинства стран мира. В свою очередь, энергетика является одной из основных отраслей народного хозяйства любой страны, показателем ее экономической мощи. Сохранение и рациональное использование запасов энергии - необходимое условие развития экономики не только отдельных государств, но и всего мира. Современную энергетическую ситуацию в мире можно назвать относительно благополучной благодаря открытиям новых месторождений ископаемого топлива, совершенствованию энергетических технологий, более эффективному применению рыночных регуляторов. Но что будет дальше? Как скажется на мировой экономике

неизбежное сокращение, а в перспективе и полное истощение запасов нефти и газа?

В конце XX века мировое энергопотребление характеризовалось тремя главными особенностями. Во-первых, значительно сократились темпы роста потребления энергии, а душевое потребление в развитых странах с начала 80-х г. практически перестало расти, несмотря на общий рост мировой экономики в полтора раза. В силу этого прервалась традиция предшествующих двух столетий, в соответствии с которой среднедушевое потребление удваивалось примерно каждые 50 лет [2]. Тенденции, складывающиеся в мире в последние 2-3 десятилетия, показывают совершенно определенное снижение темпов прироста потребления энергоресурсов. Так, за период с 1963 по 1973г. прирост мирового энергопотребления составил 2,6 млрд тонн условного топлива, а за последующее десятилетие - всего 1,7 млрд. Особенно сильно снизились темпы в промышленно развитых странах. Средний ежегодный прирост потребления в мире составил 1%, в США - 0,4%, в странах Западной Европы и Японии - 0,25%. Переломным в мировом изменении темпов прироста энергопотребления стал 1970 год, когда произошло резкое повышение цен на нефть и многие страны приступили к реализации энергосберегающих программ [4].

Во-вторых, нарушилась наблюдавшаяся в течение последних ста лет периодичность смены энергоресурсов, когда новый, более качественный ресурс в течение 30-50 лет активно вытеснял предыдущий, достигая почти двух третей общего производства энергии. Так, биомассу вытеснил уголь, на смену которому пришли нефть и газ, которые, в свою очередь, стали вытесняться атомной энергией. Однако в 80-е годы процесс этот практически остановился, и его перспективы все еще остаются неясными.

Третьей особенностью является быстрая глобализация энергетики. Рост мощности энергосистем и их территориальная экспансия привели к появлению всеобщей системы нефтеснабжения, межконтинентальных

электроэнергетических и газоснабжающих систем. В то же время меняется размещение мирового энергопотребления, которое прежде в значительной мере концентрировалось в развитых странах Европы и Америки. Если в 1975 г. эти страны потребляли почти 54% мировой энергии, то в 2010 г. их доля уменьшилась до 43%. Бурное промышленное развитие Китая, Индии, ряда стран Азии и Латинской Америки привело к резкому росту энергопотребления, что угрожает еще более быстрым истощением энергоресурсов, а также масштабным загрязнением окружающей среды.

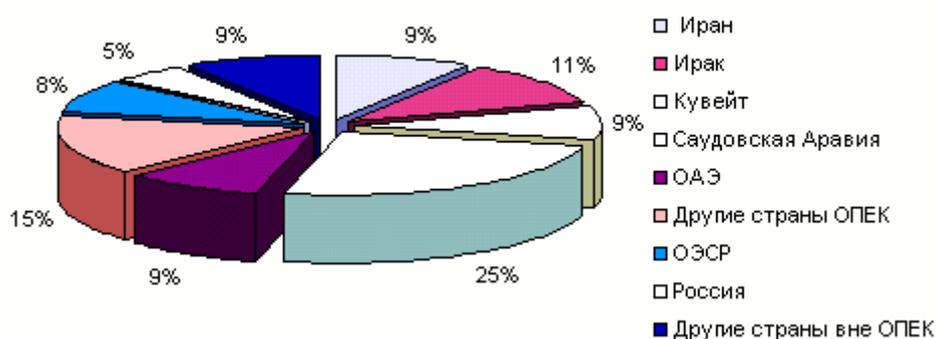
Ожидается, что к 2020 г. на развивающиеся страны будет приходиться до 53% мирового потребления энергии. Несмотря на почти трехкратное увеличение производства энергии за счет использования водных и ядерных источников, их доля в мировом энергобалансе остается незначительной - примерно 8% в 2002 г. По прогнозу Международного энергетического агентства, при сохранении современных тенденций в мировой энергетике в период до 2020 г. глобальное потребление первичных энергоресурсов может возрасти на 65%. Доля ископаемых видов топлива в мировом энергобалансе к 2020 г. должна сократиться до 76%. В структуре потребления первичной энергии в Европе к 2015 г. планируется сократить долю нефти с 42% (2010 г.) до 38%, в основном за счет роста доли природного газа с 22 до 27%.

На сегодняшний день среднедушевое потребление в мире составляет около 2 тонн условного топлива в год, а в ближайшие десятилетия достигнет 2,5-3,5 т. В этом случае мировое энергопотребление должно будет возрасти до 15,5-18,5 млрд. т условного топлива в год.

Получение энергии путем сжигания энергоносителей требует их значительного расхода. Но и уголь, и газ, и нефть относятся к ископаемым источникам топлива, которые формировались многие миллионы лет с использованием громадного количества биомассы.

Сжигая уголь, нефть и газ, люди используют вековые запасы энергии, полученной от Солнца и аккумулированной в земле в виде

мощных угольных и нефтяных пластов. Но все эти запасы невозполнимы и в конце концов будут исчерпаны, тем более что темпы их добычи и использования постоянно растут. Так, например, за XX век, с 1900 по 2012 г., ежегодная добыча нефти возросла в 180 раз - с 22 до 3556 млн. т.

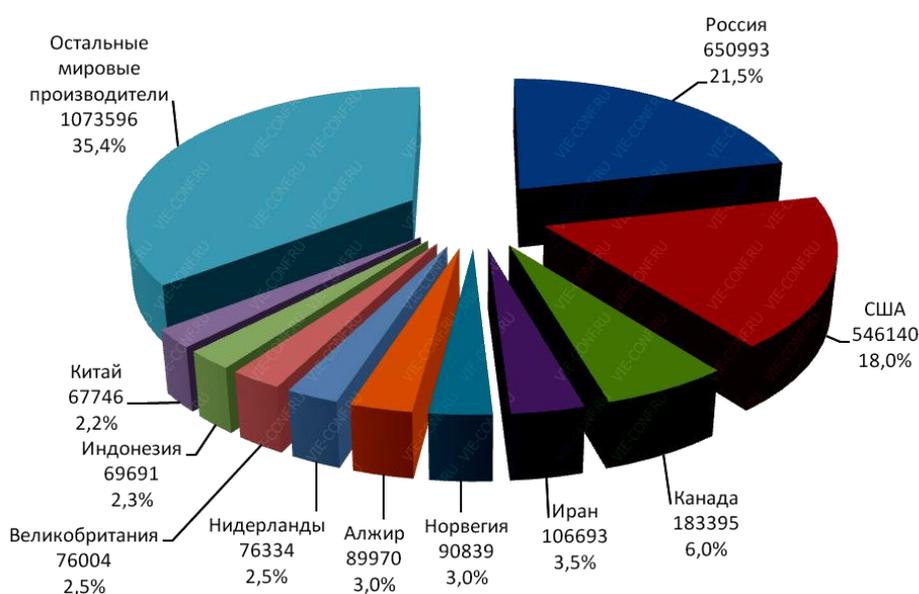


**Рис. 1.5. Мировые запасы нефти**

Симптомом истощения мировых запасов углеводородов является перенос добычи с суши в море. 35% нефти и 32% газа уже сейчас добываются со дна морских шельфов. В первые десятилетия ХХХІ века можно ожидать, что постепенное оскудение мировых нефтяных запасов явится причиной острых противоречий и конфликтов между государствами.

Развитые страны после первого нефтяного кризиса 70-х г. прошлого столетия начали экономить свои запасы нефти. Например, Соединенные Штаты Америки практически законсервировали некоторые месторождения и предпочитают закупать нефть и нефтепродукты за рубежом, приберегая свои запасы на будущее (запасы США оцениваются в 3,7 млрд. тонн, кроме того, около 2 млрд. тонн нефти находится в недрах Мексики). Продукты переработки нефти наиболее удобны для использования их в современных энергетических установках и особенно в средствах транспорта. Поэтому этот вид энергоносителя в последние десятилетия получил наиболее широкое распространение; за его счет человечество получает около 40 % энергии. Остаются практически неиспользованными

запасы так называемой тяжелой нефти, содержащейся в битуминозных песках. Ее мировые запасы достаточно велики и достигают 800 млрд. тонн. Но, к сожалению, получение технического топлива из этого сырья очень сложно и дорого. Пески подвергают механическому дроблению, обрабатывают горячим паром и из полученной массы формируют сырье, которое затем может быть переработано в жидкое топливо, пригодное для использования в энергопотребляющих машинах. Тем не менее в будущем основные усилия могут быть направлены именно на добычу этой нефти. Первый шаг в этом направлении сделала Канада, в 2003 г. включившая свои запасы «тяжелой нефти» - 23,6 млрд. т - в категорию доказанных.



**Рис. 1.6. Распределение добычи нефти в 2012 г. (млн. т) [2]**

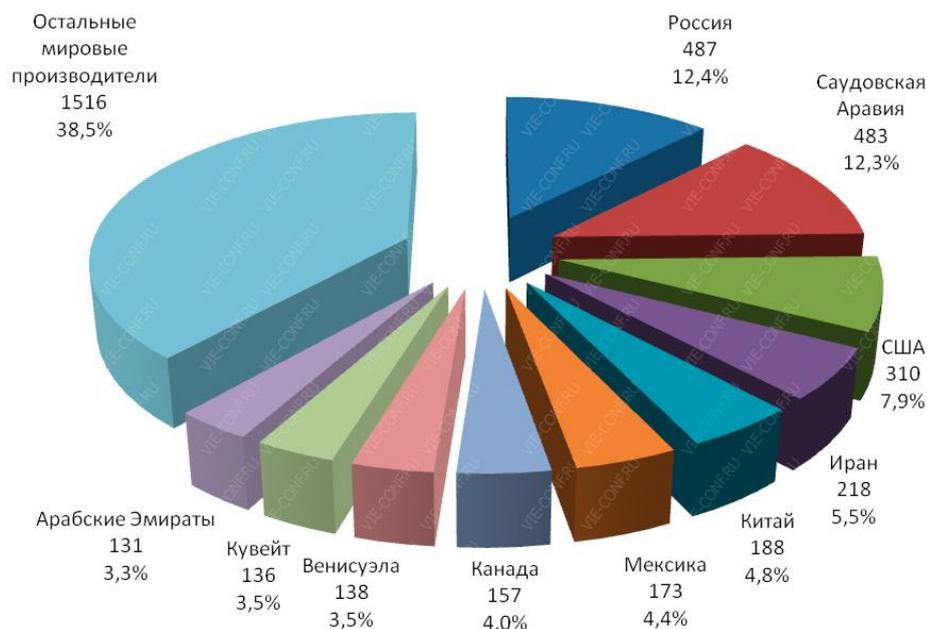
Не подлежит сомнению, что и в XXI веке нефть и газ останутся основными энергоносителями.

В этой связи особый интерес представляют прогнозы развития мировой энергетической ситуации в течение данного периода. Один из таких прогнозов, опубликованный в мае 2013 г. американскими энергетическими аналитиками, предполагает, что мировое энергетическое потребление в период с 2013 по 2025 г., как ожидается, увеличится не менее чем на 58%, причем большая часть этого прироста произойдет не в

развитых, а в развивающихся странах. Наиболее стабильными являются прогнозные тенденции устойчивого роста энергопотребления в развивающихся странах.

И в первую очередь это страны Азии, где за указанный период спрос на энергию может возрасти более чем вдвое, а средний ежегодный прирост энергопотребления будет на уровне 3%. При этом на азиатские страны будет приходиться около 40% ожидаемого прироста всего мирового энергетического потребления и 69% от увеличения энергопотребления во всех развивающихся странах.

Большинство экспертов сходятся на том, что мировые цены на нефть по прежнему будут оставаться достаточно высокими на протяжении ближайших лет. Это может быть связано со значительным объемом дополнительных поставок, которые потребуются для восполнения сильно истощившихся коммерческих запасов в развитых странах и для приведения баланса энергетических рынков в нормальное состояние после длительных перерывов в экспортных поставках нефти из Венесуэлы и Ирака. После 2014 г., как предполагается, цены могут вернуться к более умеренным средним значениям, приблизительно 84 долл. за баррель, которые прогнозировались два- три года назад. В конце прогнозного периода, то есть к 2025 г., мировые цены на нефть, как ожидается, достигнут 127 долл. за баррель в фиксированных ценах 2011 г. Мировое потребление нефти, как предполагается, будет увеличиваться на 1,8% в год на протяжении всего прогнозного периода и возрастет с 78 млн. барр. в сутки в 2012 до 119 млн. барр. в 2025 г. Такой ожидаемый прирост потребует увеличения производительности нефтедобывающей промышленности по сравнению с существующим уровнем на 42 млн. барр. в сутки.



**Рис. 1.7. Распределение общей добычи газа в 2012 г. (млрд м3) [2]**

Основную часть дополнительной прибыли за счет роста добычи нефти при этом должны получить страны ОПЕК. Будут развиваться и поставки нефти из прочих государств. Наиболее перспективными считаются морские месторождения, расположенные в Каспийском бассейне, вдоль побережья Латинской Америки и в глубоководных зонах шельфа Западной Африки. При этом во всем мире будет последовательно возрастать объем глубоководных разведочных и эксплуатационных работ, в результате чего главными источникам нефтедобычи будут постепенно становиться раз личные участки шельфа Атлантического океана, примыкающие к берегам Южной Америки и Африки.

Наиболее быстро среди всех первичных источников энергии, как ожидается, будет расти потребление природного газа.

С 2013 по 2025 г. оно примерно удвоится и, по некоторым прогнозам, возрастет до 4,9 трлн. м3. По своему суммарному тепловому эквиваленту природный газ опередит уголь в конечном использовании уже в 2005 г., а к 2025 г. - на 31%. Доля природного газа в общем объеме мирового энергетического потребления увеличится с 21% в 2012 г. до 24%

в 2025 г., и он сможет обеспечить наибольшую часть прироста объема выработки электроэнергии. В результате доля газа в структуре ожидаемого прироста затрат первичных энергоносителей на выработку электроэнергии за рассматриваемый период может достигнуть 41 квадриллиона барр. условного топлива и составить 53% от общего увеличения первичных энергозатрат на электростанциях всех типов. Таким образом, рост потребления природного газа в мире будет происходить в результате его более широкого использования в качестве топлива для новейших, более экономичных тазовых турбин тепловых электростанций.

Использование угля, третьего по значению из первичных энергоносителей, будет увеличиваться. Эксперты считают, что потребление угля больше всего снизится в Западной Европе и странах СНГ, где он будет последовательно замещаться природным газом и атомной энергией. Вместе с тем уголь будет продолжать активно применяться в развивающихся странах Азии. В этом регионе только на Китай и Индию будет приходиться до 75% ожидаемого прироста использования энергетического угля во всем мире. В настоящее время почти 55% угля применяется для выработки электроэнергии, и эта его роль будет оставаться ведущей и в будущем. На втором месте сохранится использование угля в сталелитейной промышленности. Во всех остальных секторах уголь будет продолжать активно вытесняться природным газом во всех странах, за исключением Китая. Причиной этого является стремительный рост энергетических потребностей китайской промышленности, наличие крупных внутренних запасов угля, ограниченный доступ к другим зарубежным источникам энергии. Будет сокращаться потребление кокса в большинстве стран мира в результате технологического прогресса в сталелитейной промышленности, растущего использования электропечей и продолжающегося процесса замены стали другими конструкционными материалами.

Что касается атомной энергии, то если в 2012 г. она обеспечивала 18% всего объема электроэнергии, производимой в мире, то к 2025 г. доля АЭС может снизиться до 12-15%, хотя на протяжении прогнозного периода в отдельных странах будут строиться новые атомные электростанции, использование атомной энергии в большинстве стран будет снижаться по мере завершения срока эксплуатации старых предприятий. Причинами этого являются более низкие показатели совокупной эффективности АЭС по сравнению с другими энергетическими технологиями, растущие опасения относительно безопасности реакторов, увеличение затрат на переработку и захоронение отработанного ядерного топлива, а также растущая угроза распространения атомных вооружений и использования радиоактивных веществ в террористических целях.

Вместе с тем роль АЭС будет оставаться достаточно существенной. Этому будет способствовать модернизация существующих предприятий, а также более продолжительные сроки службы нового технологического и контрольно-измерительного оборудования. В отдельных странах будет продолжаться строительство новых АЭС. Как ожидается, к 2025 г. основная их часть (мощностью до 45 ГВт) будет введена в эксплуатацию в Китае, Индии, Японии и Южной Корее. В 2013 г. в развивающихся странах Азии продолжалось строительство 17 из 30 сооружаемых в мире новых АЭС. В том числе восемь из них строились в Индии, четыре - в Китае, по две - в Южной Корее и на Тайване и одна - в Северной Корее. Внедрение новых, более эффективных и безопасных типов реакторов может привести к новому росту доли АЭС в мировом энергобалансе.

Увеличение мощности гидроэлектростанций и использование других возобновляемых источников энергии, скорее всего, будет незначительным с ежегодным темпом прироста вплоть до 2025 г. в 1,9%. Данные источники энергии не станут экономически конкурентоспособными по сравнению с минеральным топливом без существенной организационной,

законодательной и экономической поддержки государства. Основная доля прироста возобновляемой энергии ожидается в результате ввода в строй новых крупных гидроэлектростанций, прежде всего в развивающихся азиатских странах. На протяжении всего периода до 2025 г. суммарное использование электроэнергии в мире будет возрастать. Потребление электроэнергии в Китае, как ожидается, возрастет почти в три раза и будет увеличиваться на 4,3% в год. В развитых странах темпы увеличения потребления электроэнергии окажутся значительно ниже и составят 1,7% в год из-за более низкого прироста населения и экономической активности, а также достигнутого насыщения рынков сбыта.

## 1.2. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ - КОМПЛЕКСНАЯ РАЗВИВАЮЩАЯСЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

Важнейшей задачей государственной энергетической политики является повышение эффективности использования всех видов энергии. Вместе с тем даже в промышленно развитых странах, где рыночная экономика чутко реагирует на любые изменения общеэкономической конъюнктуры, повышение энергетической эффективности потребовало больших затрат времени и средств. Потребовались многократные потрясения, прежде чем энергоемкость внутреннего валового продукта промышленно развитых стран начала снижаться [8].

**Проблема антропогенного изменения климата.** Всей полноты научного обоснования, почему настолько чаще и сильнее стали аномальные явления (наводнения, засухи, резкие периоды жары и т. п.), еще нет и в ближайшие годы не будет, но уже зафиксировано серьезное вмешательство человека в природу.

Главное - три из четырех ступеней научных знаний уже обоснованы:

- есть вызванное человеком изменение концентрации углекислого газа в атмосфере,
- есть парниковый эффект как физическое явление и его антропогенное усиление,
- есть повышение средней температуры и его могут объяснить математические модели.

С помощью моделей удастся детально описывать процессы циркуляции атмосферы и океана, включая и парниковый эффект. В последние 25 лет такие модели активно развивались, и сейчас в этой области удалось достичь большого прогресса. Также кардинально изменилась компьютерная техника. В результате модели «умеют» воспроизводить динамику атмосферы и океана, образование и таяние снежного покрова и морских льдов. Таким образом, можно смоделировать

средний климат или набор его наиболее вероятных состояний на тот или иной год при определенных входных параметрах. В число входных параметров включена и концентрация в атмосфере ПГ, и весь ряд естественных факторов, в частности, вулканическая деятельность. Такие модели позволяют «расщепить» естественные и антропогенные факторы. Расчеты показали, что в целом именно антропогенные факторы вносят главный вклад в изменение климата, начиная примерно с 1960 г. Если взять только естественные причины, то с 70х гг. XX в. модельные кривые кардинально отличаются от данных наблюдений.

«Существует новое и убедительное свидетельство того, что основная часть имеющего место потепления за последние 50 лет обусловлена деятельностью человека» [96]. Глобальные климатические модели указывают на то, что увеличение концентрации CO<sub>2</sub> через несколько десятилетий приведет к повышению температуры поверхности Земли на 1,5-4,5 °С. Повышение концентрации других ПГ еще больше усугубит проблему.



**Рис .1.8. Антропогенные и естественные факторы, изменяющие радиационный баланс атмосферы и уровень научных знаний,**

[www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).

Климат на Земле никогда не был неизменным. Он подвержен колебаниям в разных временных масштабах, начиная от десятилетий до

тысяч и миллионов лет. К числу наиболее заметных колебаний относится цикл порядка 100 тыс. лет: ледниковые периоды, когда климат Земли был холоднее по сравнению с настоящим, и межледниковые периоды, когда климат был теплее. По мнению ряда ученых, и сейчас мы находимся в движении от одного ледникового периода к другому, но скорость изменений очень мала - порядка  $0,02^{\circ}\text{C}$  за 100 лет. За последние 10 тыс. лет средняя глобальная температура немного уменьшилась, причина тому - активная вулканическая деятельность и ряд других естественных причин. Однако в XX в. она резко повысилась. С начала промышленной революции изменение климата происходит резко ускоренными темпами (по порядку величины в 1000 раз быстрее, чем движение к ледниковому периоду) и в результате деятельности человека, выбрасывающего в атмосферу ПГ при сжигании ископаемого топлива, а также уничтожившего большую часть лесов планеты.

По сравнению с доиндустриальной эпохой, с 1750 г., концентрация  $\text{CO}_2$  в атмосфере выросла на треть: с 280 до 375 млн<sup>1</sup>, причем основной рост пришелся на последние десятилетия XX в. Точность измерения концентрации  $\text{CO}_2$  достаточно велика - 4%. Концентрация метана растет еще быстрее. К 2010 г. рост составил  $151 \pm 25\%$ . Тренд еще одного парникового газа - закиси азота - равен  $17 \pm 5\%$ . Такой концентрации в последние сотни тысяч лет не было. По мнению большинства ученых, этого не было и в последние 20 млн лет.<sup>12</sup>

Еще в 1827 г. французский ученый Фурье дал теоретическое обоснование парникового эффекта: атмосфера пропускает коротковолновое солнечное излучение, но задерживает отраженную Землей длинноволновую тепловую энергию. В конце XIX в. шведский ученый Аррениус пришел к выводу, что из-за сжигания угля изменяется концентрация  $\text{CO}_2$  в атмосфере, и это приводит к потеплению климата. В 1957 г. проводился Международный геофизический год, и наблюдения

показа ли, что идет значительный рост концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере.

Парниковый эффект вызывается водяным паром, углекислым газом, метаном, закисью азота и рядом других менее значительных газов. Парниковый эффект был всегда, как только у Земли появилась атмосфера. Средняя температура у поверхности Земли равна 14°C, без парникового эффекта было бы -19°C или на 33°C ниже.

Потепления или похолодания на 2°C за последние несколько тысяч лет не было ни разу. Естественная изменчивость не превышала 1,5 °C. В теплый средневековый период (примерно 1000 лет назад, именно тогда было открыта Гренландия, названная викингами Зеленой землей) было существенно теплее, чем сейчас. Наиболее вероятно, что это было вызвано колебаниями орбиты Земли. Важно подчеркнуть, что тогда не было предпосылок дальнейшего усиления эффекта изменения климата. Атмосферные концентрации ПГ (таких как CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub>) оставались постоянными в течение всей доиндустриальной эры - нескольких тысяч лет до 1850х гг., после чего начался резкий рост концентрации CO<sub>2</sub>. Изменения температуры в течение этого периода происходили вследствие естественных факторов, таких как вариации солнечной радиации и колебания орбиты Земли, вулканических выбросов.

Сейчас наблюдается антропогенное усиление парникового эффекта. При этом концентрация самого распространенного парникового газа Земли - водяного пара - не меняется. Теоретически можно представить влияние человека на водяной пар, например, при сильном изменении процессов испарения на большой территории. Однако это может случиться только в отдаленной перспективе. На потоки тепла большое влияние также может оказывать антропогенное изменение подстилающей поверхности, изменение альбедо из-за сведения лесов, таяния снежного покрова и т. п.

Тревогу вызывает не наблюдаемое сейчас изменение температуры, а антропогенное изменение химического состава атмосферы. Парниковый эффект хорошо изучен. Рост в атмосфере ПГ, прежде всего CO<sub>2</sub> и метана,

по расчетам ученых, может привести к гораздо более сильному, чем сейчас, потеплению климата. Изменение температуры - лишь сигнал, который подтверждает опасения. Проблема - в беспрецедентном росте концентрации CO<sub>2</sub>, какого раньше никогда не наблюдалось в природе. Причина этого роста, - прежде всего антропогенные выбросы CO<sub>2</sub> в атмосферу при сжигании ископаемого топлива.

Как было указано выше, поведение температуры в течение второй половины XX в. не может быть объяснено, если наряду с естественными факторами не включать антропогенные выбросы ПГ. Если эта тенденция сохранится, то прогнозируется дальнейшее изменение климата, причем неравномерное по земному шару. «Отклик климатической системы на изменение содержания CO<sub>2</sub> - это медленное и запаздывающее во времени увеличение глобальной средней температуры. Полученные изменения температуры в течение последних 140 лет обусловлены не только антропогенными выбросами, но и естественными факторами - такими как изменения солнечной радиации, колебания орбиты, вулканические извержения и т. п. Но вклад каждого фактора, кроме CO<sub>2</sub>, в 10-100 раз меньше. Таким образом, главное влияние - это антропогенный выброс CO<sub>2</sub> в атмосферу. Оценка вклада различных факторов в прогрев атмосферы показывает, что имеется комбинация разнонаправленных факторов, каждый из которых значительно слабее, чем результат роста концентрации в атмосфере ПГ, оцениваемый как прогрев на  $2,2-2,7 \text{ Вт/м}^2$ » [20].

Неантропогенные выбросы углекислого газа всегда имели место. Однако биосфера с ними справлялась, она всегда поглощала избыточное количество углекислоты. Рост концентрации наблюдался в периоды перестройки биосферы, что было по причинам, которые - в те времена - не исчерпывали ее адаптационного потенциала применительно к изменениям такого рода. Но сейчас мы с полной очевидностью видим, что биосфера не справляется с этим ростом нагрузки. Выбросы углекислого газа для

современной ослабленной биосферы избыточны и непосильны. Нельзя отрицать наличия природообусловленных источников CO<sub>2</sub>, никто из специалистов не говорит о том, что антропогенные выбросы имеют тот же порядок, что и природные. Но мы не должны забывать о том, что биосфера выступает регулятором состояния окружающей среды, а для того чтобы сломать регулятор, на него не нужно обрушивать массу, сопоставимую с массой системы, которую он регулирует. На него не нужно обрушивать поток энергии, сопоставимый с тем, который он регулирует. Регулятор всегда меньше по массе, по габаритам, по энергии, чем регулируемая система.

Естественные факторы - такие как извержения вулканов, - были, есть и будут важными для объяснения изменения климата. В результате извержений в атмосферу выбрасываются значительные объемы аэрозолей - взвешенных частиц. Они разносятся тропосферными и стратосферными ветрами и пропускают часть приходящей солнечной радиации. Однако эти изменения не являются долгосрочными, частицы относительно быстро оседают вниз. Так, крупное извержение вулкана Санторини в Средиземном море около 1600 г. до н. э., которое, вероятно, привело к падению Минойской империи, значительно охладило атмосферу, что видно по кольцам годового прироста деревьев. Извержение вулкана Тамбора в Индонезии в 1815 г. снизило среднюю глобальную температуру на 3 °С. В последующий год и в Европе, и в Северной Америке лета «не было», но за несколько лет все исправилось. Извержение вулкана Катмай (Аляска) в 1912 г., выбросившего 20 км<sup>3</sup> пепла, вызвало уменьшение притока солнечной радиации на 10-20% и понижение среднегодовой температуры в Северном полушарии на 0,5 °С. В результате извержения вулкана Пенатубо в 1991 г. на Филиппинах на высоту 35 км было заброшено 20 млн. т диоксида серы и столько пепла, что средний уровень солнечной радиации снизился на 2,5 Вт/м<sup>2</sup>, что соответствует глобальному

охлаждению по меньшей мере на 0,5-0,7 °С. Однако даже несмотря на это последнее десятилетие XX в. стало самым теплым за весь период наблюдений.

В 2002 г. мы видели беспрецедентные по масштабам наводнения в Западной и Южной Европе, на Кавказе, засуху в центральных областях России, лесные пожары и т. п. В 2003 г. - рекордную жару в Европе, пересохшие реки, огромные экономические потери. Тщательный анализ показывает, что ожидаемые выигрыши от потепления очень невелики, они с лихвой перекрываются гораздо более негативными и сильными вторичными эффектами.

Еще одним следствием глобального потепления будет подъем уровня моря, в нынешнем веке предположительно на 1 м, что приведет к затоплению районов, находящихся ниже уровня моря, и возможному затоплению обширных территорий в период штормов. Он будет повышаться постепенно, поэтому есть время предпринять соответствующие меры. Интересен факт, что за последние 100 лет средний уровень поднялся на 10-20 см, а средняя температура поверхности океана выросла на 0,5 °С.

Практически все климатологи мира и все климатологические модели приходят к выводу, что выпадение осадков будет гораздо более неравномерным, чем сейчас. Будут периоды сильных дождей, после чего будет наступать засушливый период. Это плохо для российского сельского хозяйства. Поэтому нужно считать не градусы, на которые станет теплее, а потери, которые из-за этого произойдут. Они будут очень велики. В принципе, каждый человек, каждое животное, каждое растение лучше всего себя чувствует в тех условиях, к которым оно адаптировано изначально. Изменение этих условий не принесет положительного эффекта. Возрастающие колебания климатической системы - именно это будет наносить все больший и больший ущерб. Чтобы снизить силу катастрофических явлений через 50-100 лет, надо уже сегодня начинать

снижать выбросы  $\text{CO}_2$ , метана и других ПГ.

Изменение климата заставляет всерьез задуматься о побочных последствиях. Сложность проблемы порождает и мифы, причем очень устойчивые. По содержанию в атмосфере кислород намного превосходит другие газы:  $\text{CO}_2$ , озон, метан, оксиды серы и азота. Так как концентрации этих газов невелики, то антропогенное воздействие очень сильно сказывается на их изменении. Это и приводит к экологическим проблемам: «кислые дожди», усиление парникового эффекта, глобальное потепление, истощение озонового слоя и т. д. Эти проблемы не являются надуманными, и от их решения действительно зависит как существование человечества, так и функционирование биосферы.

Промышленные страны западного мира, и бурно развивающиеся Китай и страны Юго-Восточной Азии используют в настоящее время не собственные кислородные ресурсы и не ресурсы других стран, а тот кислород, который был накоплен в атмосфере за время развития биосферы. Основным фактором этого накопления являлось захоронение органического углерода в осадочных породах литосферы. Возвращение этого углерода в атмосферу в массовых количествах невозможно, поскольку в ископаемом топливе содержится лишь 0,08% от общих запасов органического углерода литосферы. Поэтому кислородный ресурс атмосферы может в настоящее время рассматриваться как неисчерпаемый. Даже теоретическая возможность, связанная с полным сжиганием ископаемого топлива, не приведет к заметному снижению запаса атмосферного кислорода и каким-либо негативным экологическим последствиям. Другие серьезные возможности изменения человечеством запаса кислорода в атмосфере в настоящее время просто отсутствуют.<sup>14</sup>

Антропогенное изменение климата - относительно краткосрочный эффект. В масштабе десятков тысяч и, тем более, миллионов лет оно незначительно, при чем даже худшие сценарии не угрожают выживанию

человека как биологического вида. Однако в ближайшие столетия изменение климата может оказать сильное негативное влияние на жизнь людей. Есть немало драматических примеров. Один из них - чудовищная жара в Западной Европе летом 2003 г., когда только во Франции погибло около 20 тыс. человек.

Однако было бы неверно сравнивать человеческие и экономические потери в результате изменения климата и других острых глобальных проблем, например, голода, нехватки питьевой воды. Изменение климата чаще всего действует косвенно. Изменение климата - это, прежде всего, негативный фон, значительно обостряющий другие проблемы. Здесь также действует правило «где тонко, там и рвется». В Африке - большее количество засух, более сильные наводнения в Бангладеш - все это приводит к гибели людей от голода и болезней. В скором времени ученые предсказывают появление миллионов климатических беженцев - людей, вынужденных оставить свои родные места из-за невозможности приспособиться к новым условиям.

Изменения наступают быстрее, чем может адаптироваться природа. Животные и растения не успевают мигрировать или измениться. Человек может жить в климате динозавров, но и ему необходимо время на привыкание, на иммунитет к новым тропическим болезням и т. п.

Таким образом, изменение климата, с одной стороны, имеет кардинальные отличия от других глобальных проблем, а с другой - резко их обостряет. Климат - это не вопрос перераспределения средств (как, например, с продовольствием, которого в одних странах мало, а в других избыток).

Все другие проблемы - голод, детская смертность - прежде всего «бьют» по развивающимся странам, а изменение климата «бьет» по всем. Конечно, бедные будут страдать больше, у них просто не будет возможности приспособить свою жизнь к новым условиям. У богатых это единственная, но грозная проблема. Например, есть вероятность, что через

200 лет из-за изменения Гольфстрима Великобритания «замерзнет», и это очень беспокоит людей.

«Речь идет не о потеплении, а о глобальных климатических изменениях. В глобальных климатических изменениях, может быть, даже более опасными являются такие следствия разбалансировки климатической системы, как учащение и усиление всевозможных погодно-климатических аномалий, а именно: засух, наводнений, ураганов, смерчей, диких морозов и т. д. Глобальное потепление - это тенденция средней температуры, а разброс характеристик разбалансировки будет увеличиваться. Чересчур жаркое лето будет лишь частично компенсироваться очень холодной зимой. Когда я это говорил в 2000 году, мне никто не верил. Но после наводнений в Европе в 2002 и чудовищной жары в 2003 году вроде даже в России стали верить. Подавляющее большинство климатологов считают, что наблюдаемая разбалансировка климатической системы если не полностью, то в существенной части определяется антропогенным воздействием».

**Энергетика и выбросы парниковых газов.** Выполненный экспертами Министерства энергетики США прогноз темпов прироста энергопотребления и ВВП на период до 2020 г. показал, что мировое энергопотребление будет расти примерно теми же темпами (2,1% в год), что и в предыдущий период [8,7]. В условиях сложившейся структуры производства мирового ТЭБ в нынешнем столетии произойдет увеличение выбросов CO<sub>2</sub> в атмосферу в 3 раза по сравнению с текущим уровнем, концентрация CO<sub>2</sub> может удвоиться [9,6] при увеличении народонаселения до 10 млрд. человек [9,8]. Естественно, что в связи с ведущим и возрастающим воздействием ТЭК на окружающую среду среди объектов техногенного воздействия повышается актуальность вопросов энергосбережения.

Энергетические предприятия оказывают значительное влияние на климат планеты [14]. К тому же специфика объектов ТЭК как источника

загрязнения окружающей среды характеризуется пожаро и взрывоопасностью добываемых и транспортируемых продуктов, значительной удаленностью производителей и потребителей, протяженностью магистральных трубопроводов, изменчивостью природного ландшафта, на котором строятся и эксплуатируются объекты комплекса. В сложившихся условиях энергосбережение является альтернативой увеличению производства энергоресурсов и одной из первоочередных задач энергетической политики. Особенность нового этапа развития мировой энергетики основывается на принципах устойчивого развития, защиты окружающей среды и экологической безопасности. Основными глобальными задачами энергетики в перспективе являются:

- эффективное использование невозобновляемых и возобновляемых энергоресурсов;
- увеличение роли экологически чистых энергоресурсов и стимулирование поиска новых источников энергии;
- развитие исследований по новым энергосберегающим технологиям.

После подписания Киотского протокола начался процесс изменения мировой энергетической политики и создания форм производства и потребления энергии, благоприятных для окружающей среды. Перспективными тенденциями энергетической политики XXI в. в направлении защиты природной среды от загрязнения являются: развитие новых экологически чистых энергетических технологий, как традиционных, так и развивающихся видов энергии; разработка действенного контроля за эффективностью использования природно-ресурсного потенциала и качеством окружающей среды: воздуха, воды, земли. В этой связи любой анализ будущего энергоснабжения Европы, особенно различных альтернатив, должен учитывать два новых фактора.

В первую очередь - изменение климата. Сегодня это общепризнанный факт, явление, ставящее под угрозу гармоничное

мировое развитие. Следует заметить, что Киотский протокол это только первый шаг в борьбе с изменением климата. Действенная политика в направлении устойчивого развития, решая проблему изменения климата, одновременно укрепила бы энергетическую безопасность.

Сегодня европейский энергетический рынок не может развиваться, не принимая во внимание проблему изменения климата и задачи устойчивого развития. Европейский союз не сможет выполнить принятые обязательства по Киотскому протоколу, если не будут предприняты шаги по снижению спроса на энергию. В Европейском союзе 50% выбросов CO<sub>2</sub> вызвано потреблением нефти, 22% - доля природного газа и угля - 28%. В мире в целом генерация электричества и тепла приводят к выбросам CO<sub>2</sub>, составляющим 37% в общем балансе, транспортный сектор дает 28%, домашние хозяйства - 14%, промышленность - 16% и сектор услуг - 5%. Чтобы стабилизировать концентрацию CO<sub>2</sub> на нынешнем уровне, эмиссии следует сократить немедленно на 50-70%. Например, чтобы удержать рост уровня Мирового океана в пределах 2 см за каждые 10 лет, а температурный рост - на уровне 1,5°C до 2050 г., индустриальные страны должны сократить эмиссии по крайней мере на 35% между 2000 и 2010 гг.

Если невозможно остановить явление, надо попытаться его замедлить. Чем дольше мы ждем, тем более глубокие меры придется предпринимать в будущем.

Решительная политика борьбы с изменением климата не должна повредить экономическому развитию. Такая политика должна служить продвижению новых технологий и ускорению структурных изменений и, в конечном итоге, привести к большей эффективности систем производства энергии и усилить европейскую конкурентоспособность. Через политику продвижения экологически чистых технологий Европейский союз должен поддерживать усилия других стран, направленные на решение проблемы климата, предпринимаемые на территориях этих стран. Особенно это касается стран, где идет быстрый экономический рост.

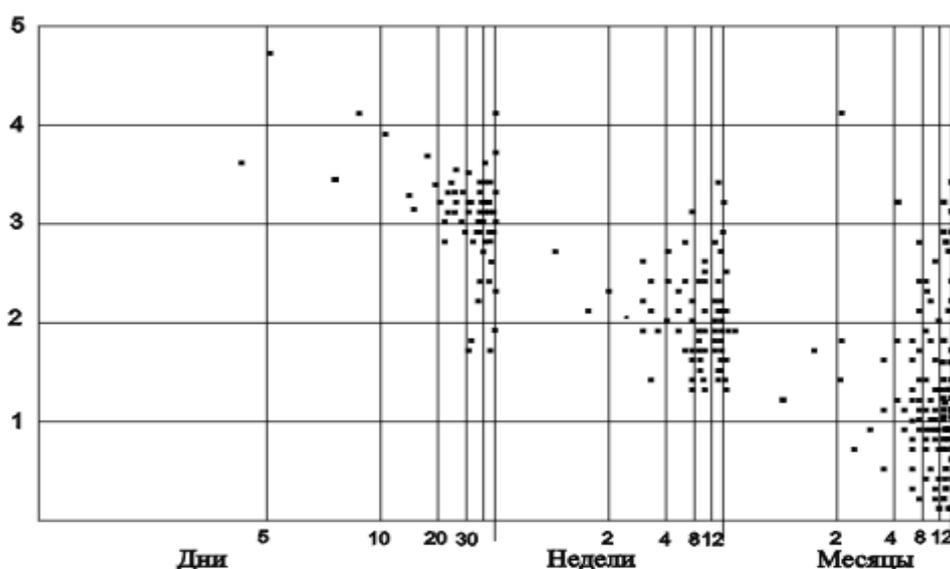
Проблема изменения климата оказала влияние на готовность стран - членов ЕС проводить всесторонние меры по энергосбережению на уровне Сообщества и принять на себя закрепленные обязательства. В Плане действий по увеличению эффективности энергии в Европейском сообществе, который был принят Комиссией в апреле 2000 г., указаны цели по реализации двух третей рентабельного потенциала энергосбережения к 2010 г., что эквивалентно экономии более чем 100 млн. т.у.т. и тем самым предотвращению выброса почти 200 Мт CO<sub>2</sub> в год. Выполнение всем Сообществом задачи удвоения использования систем одновременного производства тепла и электричества (когенерации) до 18% к 2010 г., как ожидается, приведет дополнительно к предотвращению выбросов двуокиси углерода в количестве более 65 Мт CO<sub>2</sub> в год. На самом деле, потенциал когенерации намного больше, и при правильном подходе, с учетом либерализации рынка, эта цифра, по оценкам, могла бы быть втрое больше.

В ряде европейских стран (Дания, Норвегия, Финляндия и др.) одной из составных частей энергетической безопасности является охрана окружающей среды и достижение стабилизации климата, что в значительной степени было обусловлено появлением парникового эффекта и глобального потепления климата в результате использования основных энергоносителей - угля, нефти и газа. В частности, как было показано ранее, использование прогрессивных и экологически чистых технологий должно снизить потребление энергии в зданиях по крайней мере на одну пятую, что соответствует 40 млн. т.у.т. ежегодно. Одновременно это составляет приблизительно 20% необходимого сокращения выбросов странами ЕС по обязательствам, установленным Киотским протоколом.

Значительный потенциал снижения выбросов ПГ (эффективного с точки зрения затрат) существует в государствах с переходной экономикой в системах централизованного теплоснабжения, промышленности, жилом секторе и при транспортировке энергоносителей.

**Классификация энергосберегающей деятельности.** Деятельность значительного количества организаций в области энергосбережения и обсуждение результатов этой деятельности позволяет предполагать значительную неоднородность энергосберегающей деятельности по длительности, затратам, эффективности, трудоемкости. Это можно проиллюстрировать на примере рис. 1.13. В эту классификацию привлечено более четырех тысяч информационных материалов, публикаций, рекламных листовок и проектов, где приведены показатели эффективности. Использована нелинейная временная шкала. Это позволило отчетливо выявить три плотные группы инцидентов:

I группа - организационные (малозатратные) мероприятия, обеспечивают, в первую очередь, наведение технологического порядка, укрепление дисциплины производства, устранение элементарных потерь. Примерами таких мероприятий могут служить оснащение предприятий счетчиками энергии, нормирование удельных расходов электроэнергии по видам деятельности, разработка энергосберегающего графика работы агрегатов.



**Рис.1.9. Зависимость экономической эффективности энергосберегающих мероприятий от периода их реализации [4]**

II Группа - технологические мероприятия, содержание которых состоит в технологическом переустройстве, рационализации производства без крупных капиталовложений. Установки компенсации реактивной мощности, снижение мощности обогревателей вследствие утепления и ремонта, настройка и оптимизация регулирования агрегатов - характерные примеры технологического энергосберегающего поведения.

III группа - инвестиционные мероприятия, предусматривающие коренную реконструкцию производства, замену технологии. Например, установка опытного образца энергосберегающего оборудования. Для реализации этих мероприятий требуются внешние заимствованные средства.

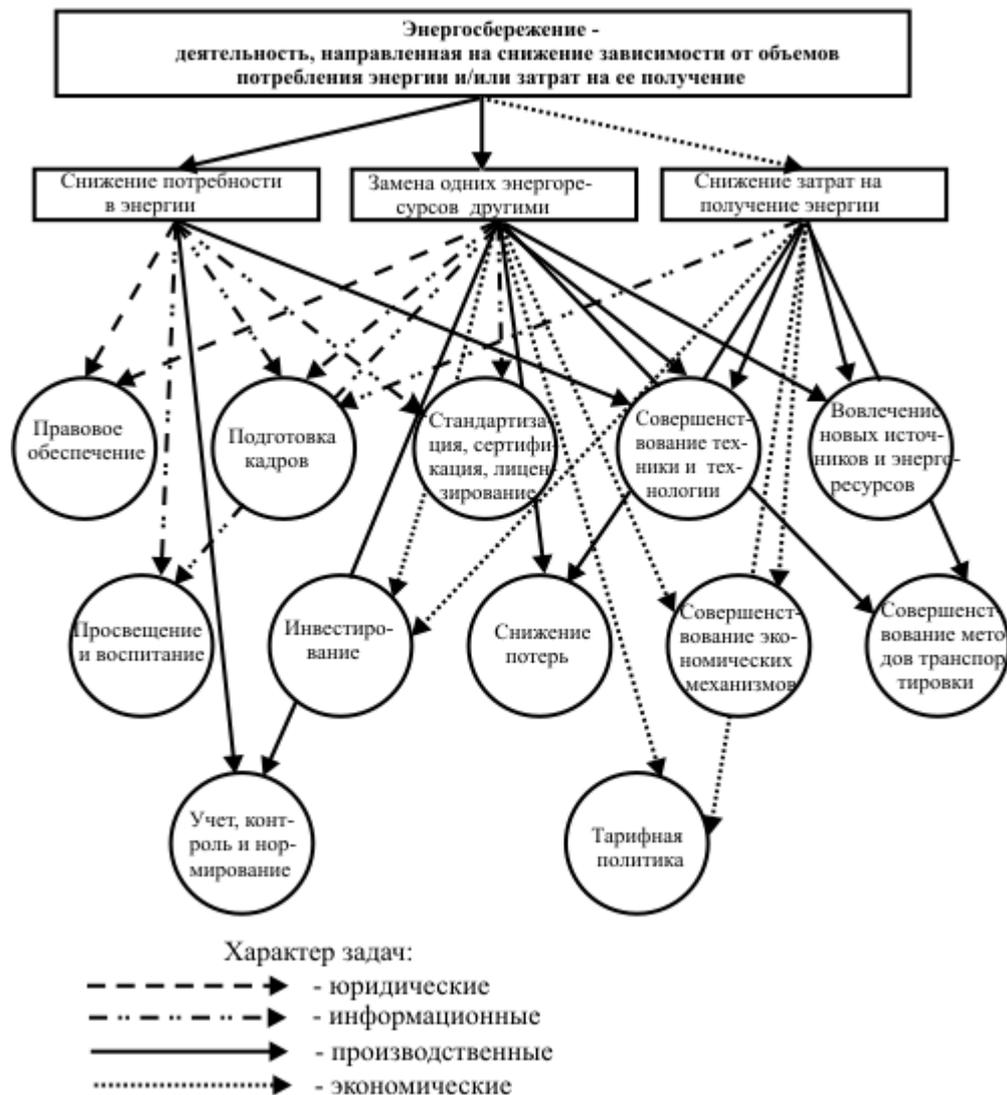
Срок окупаемости этих мероприятий часто оказывается большим.

Таким образом, наличие обособленных групп мероприятий требует оценивания экономической эффективности энергосбережения отдельно для каждой из них. Более того, попытки сравнивать эффекты от мероприятий из разных групп заведомо неправомерны, поскольку цели, задачи и результаты у них принципиально различны. Есть основание предполагать, что эти три группы представляют собой три несвязанные совокупности разнородных явлений или три разных явления, объединенных только условно одним названием «энергосбережение».

Опыт некоторых зарубежных стран в области энергосбережения свидетельствует о повсеместной многолетней традиции экономного использования топлива, энергии и энергоресурсов. Традиция эта возникла и укрепляется целым рядом сопутствующих обстоятельств;

- высокая цена топлива и энергии;
- высокая оснащенность средствами учета и регулирования;
- действенность механизма потребительского рынка энергии;
- законодательная и юридическая защита прав потребителей;
- высокая квалификация персонала энергоснабжающих организаций;
- мощная рекламная и разъяснительная кампания среди населения;

- законодательное обеспечение энергосбережения и эффективного использования энергии и энергоресурсов.



**Рис. 1.10. Схема взаимосвязей задач энергосбережения [4] :**

Эта традиция сформировалась в энергосберегающий образ жизни, что обеспечило более низкую энергоёмкость валового национального продукта, чем в России, а потребление энергоресурсов на душу населения в коммунально-бытовой сфере выше российского из-за существенно разных уровней жизни. При этом значительная часть экономических ресурсов направляется не на закупку увеличивающегося количества

расходуемых энергоресурсов, а на реализацию более тонких энергосберегающих технологий [9].

Все это вместе взятое свидетельствует о постепенном прорастании энергосбережения в самые укромные сферы человеческой деятельности - в производство, транспорт, связь, быт, средства массовой информации, в рекламу и т.п. Энергосбережение начинает формировать новый, экономный стиль жизни. Именно поэтому энергосбережение следует считать новым специфическим явлением общественной жизни.

**Зарубежный опыт программ энергосбережения и структура энергопотребления.** Понятие «энергетическая безопасность» (ЭБ) рассматривается промышленно развитыми странами мира как элемент национальной безопасности и безусловное обязательство государства обеспечить экономический рост вне зависимости от наличия энергетических ресурсов и цен на них. Это предполагает долговременное снабжение народного хозяйства необходимыми видами энергоресурсов по приемлемым ценам. В целях повышения ЭБ были выделены следующие основные направления развития энергетической политики:

- снижение энергоемкости хозяйства во всех секторах экономики;
- увеличение доли недефицитных видов энергоресурсов в структуре их потребления;
- разработка новых эффективных энергетических технологий для традиционных и альтернативных способов энергоснабжения;
- установление контроля над мировыми ценами на нефть.

Обеспечить энергетическую безопасность можно только в том случае, если общество осознает недопустимость безудержного потребления энергии. Энергетическая политика должна проводиться таким образом, чтобы цены на энергию отражали реальные затраты и стимулировали энергосбережение. Большинство стран мира, испытавших острый дефицит энергетических ресурсов во время мировых энергетических кризисов 1973 и 1979 г., поставили энергосбережение в

качестве основной задачи своего развития. Были разработаны энергетические планы с акцентом на экономию, учет и контроль за расходом энергии, осуществлялось регулярное финансирование их выполнения. Были приняты также действенные (работающие) законы, которые стимулировали проведение политики энергосбережения.

Так, например, в Дании после второго энергетического кризиса 1979 г. был принят Закон «О теплоснабжении» (от 1979 г.), где была заложена основа для использования избыточного тепла от производства электроэнергии, сжигаемых отходов, природного газа и возобновляемых источников энергии в системах централизованного теплоснабжения. Этот закон предписывал всем муниципалитетам детально проанализировать теплоснабжение. В результате за последние 20 лет страна снизила потребление электроэнергии на 50% при росте валового национального дохода (ВНД) на душу населения. В настоящее время этот показатель на 30% выше среднеевропейского уровня. Таких значительных результатов удалось достичь благодаря совместным усилиям по энергосбережению как центральных и местных органов власти, так и частных предприятий по снабжению тепло и электроэнергией.

В 1992 г. в Финляндии была утверждена программа энергосбережения. В дальнейшем принята «Энергетическая стратегия», первоочередной задачей которой является энергосбережение во всех сферах деятельности, в том числе ускорение разработки коммерциализации энергосберегающих технологий, а также технологий, основанных на использовании возобновляемых источников энергии. Основная задача программы энергосбережения Финляндии-сокращение энергопотребления на 10-15% (к 2010 г.). Основные направления-энергосбережение во всех сферах, переход на энергосберегающие энергетические технологии и использование местных видов топлива (торфа, отходов деревообработки). В результате реализации программы к 2025 г. планируется снизить энергоемкость ВВП на 30%.

В Германии за 20 лет реализации энергосберегающей программы внутренний валовой продукт (ВВП) вырос более чем в 2 раза, при этом уровень энергопотребления остался прежним.

Рост экономики Японии после энергетического кризиса 1970х гг. сопровождался снижением энергопотребления. В течение 20 лет после кризиса сделаны значительные продвижения в энергосбережении с целью сокращения энергетической составляющей в цене продукции. Разработаны программы «Солнечный свет» и «Лунный свет», в результате доля альтернативной энергетики в ТЭБ страны возросла до 3%.

Как было указано, кампания по энергосбережению была инициирована, в определенной степени, нефтяными кризисами, но эффективность мер за последние десять лет снизилась по сравнению с 1990ми гг. До настоящего времени действия Сообщества в этом направлении были недостаточными. Европа не сумела продолжить те значительные усилия по повышению эффективности энергетики, которые были намечены после первых нефтяных кризисов. В 1993 г. Европейский союз принял директиву по энергосбережению (программа SAVE). Согласно этой директиве страны члены должны были осуществить меры по энергосбережению в жилом и промышленном секторах. Максимальная гибкость, на которой настаивали страны члены при выполнении директивы, привела к тому, что цели директивы оказались значительно ослабленными. Восемь стран Сообщества частично не выполнили директиву либо не смогли доложить о результатах.

Программа Altener, также как и SAVE, была принята в начале 1990х. Это политически ориентированные программы, которые сосредоточены на нетехнических мерах, на лучшем использовании экономического потенциала и новых рыночных методах в энергетике и транспортном секторе. Ежегодные бюджеты на 2001 и 2002 г. были предусмотрены соответственно в размере 14 млн. евро и 11 млн. евро по программе SAVE и 17,5 млн. евро и 17,3 млн. евро по программе Altener.

За исключением успешных мер, проведенных в рамках программ SAVE и Altener, страны ЕС, к сожалению, не сумели извлечь максимальную пользу из поддержки исследовательских программ и распространения результатов, продвижения новых технологий и новых стандартов, способствующих эффективному использованию энергии в зданиях, на транспорте, в промышленности и в быту. Согласно последним оценкам, хотя технический потенциал увеличения эффективности энергии огромен и составляет приблизительно 40% текущего потребления энергии, экономический потенциал рентабельных усовершенствований в целях энергоэффективности достаточно высок и составляет 18% текущего энергопотребления. Этот потенциал эквивалентен более чем 160 млн. т у.т.

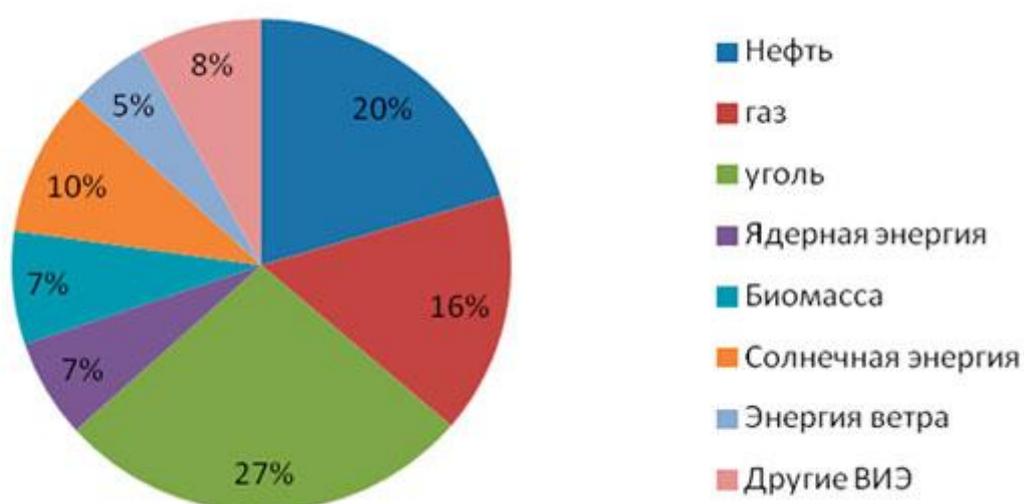
Причина неиспользования этого потенциала кроется в рыночных барьерах, которые препятствуют свободному распространению энергоэффективных и энергосберегающих технологий. В некоторых секторах потенциал энергосбережения чрезвычайно высок. Исследования показали, что от 30 до 50% электричества, потребляемого для освещения, может быть сэкономлено, если вкладывать средства в наиболее эффективные системы освещения. Подобные уровни эффективности использования энергии могут быть достигнуты с помощью энергосберегающих технологий в компьютерах, телевизорах, видеомэгагнитофонах, в офисном оборудовании и домашнем хозяйстве.



**Рис. 1.11. Структура энергопотребления в странах ЕС.**

В Плане действий по увеличению эффективности энергии в Европейском сообществе, который был принят Комиссией в апреле 2000

г., указаны цели по реализации двух третей рентабельного потенциала энергосбережения к 2010 г., что эквивалентно экономии более чем 100 млн. т.у.т. Особенно многообещающими мерами, которые могли бы внести вклад в энергосбережение без ущерба для экономического роста, являются меры по развитию энергетического сервиса и инициативы по интегрированному ресурсному планированию. Недавние исследования по Европейской климатической программе подтвердили этот вывод.



**Рис. 1.12. Структура энергопотребления в странах ЕС (2030 г.).**

Уточненный прогноз получен в предположении сохранения текущей политики в течение ближайших 30 лет. Предполагалось, что ВВП возрастет на 90% в период между 2008 и 2030 гг.

Энергопотребление, по оценкам, возрастет в 2030 г. на 11% по сравнению с 2008 г. Существенные изменения произойдут в структуре энергопотребления (рис. 2.11, 2.12).

Наиболее быстрый рост ожидается в секторе природного газа; нефть останется важнейшим топливом. Потребление ядерной энергии существенно снизится по сравнению с 2008 г. Использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в период между 2008 и 2030

гг. несколько возрастет, однако их доля в общем топливном балансе останется небольшой. Импорт энергоносителей, по оценкам, так же будет расти, и зависимость от энергетического импорта увеличится с 50% в 2008 г. до 71% в 2030 г.

Усилия и меры по энергосбережению следует сосредоточить на двух основных направлениях:

- в транспортном секторе технологические достижения достаточны для повышения эффективности обычных транспортных средств и для перехода к более эффективным электрическим и гибридным транспортным средствам, в том числе автомобилям, получающим энергию от топливных ячеек;
- добиваться использования альтернативных видов топлива, особенно для транспорта и обогрева (биотопливо, природный газ для транспортных средств, в более отдаленной перспективе -водород).

Определенные усилия, предпринятые как на национальном уровне, так и на уровне Сообщества, способствовали возникновению новых технологий, которые потребляют меньшее количество энергии, но недостаточно конкурентоспособны. Чтобы технологические открытия наиболее быстро и повсеместно использовались, необходимо широкое распространение информации о новых технологиях и о результатах программ по их продвижению.

Несмотря на то, что в промышленности, особенно ее энергоемком секторе, сделаны значительные успехи по достижению высокого уровня эффективности, все еще имеется значительный потенциал для дополнительных рентабельных усовершенствований.

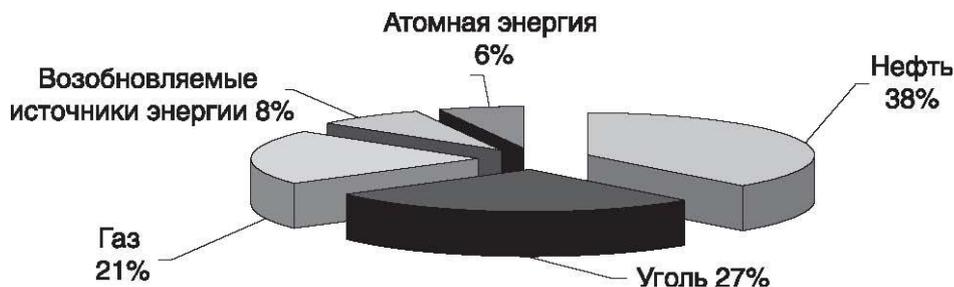
Использование прогрессивных и экологически чистых технологий должно снизить потребление энергии в зданиях по крайней мере на одну пятую, что соответствует 40 млн. т у.т. ежегодно. Кроме того, энергосбережение в зданиях способствует увеличению комфорта в жилищах и на рабочих местах, а также имеет определенный потенциал

дополнительной занятости. Должны быть приняты стандарты энергопотребления в расчете на м<sup>3</sup> для создания базиса системы энергетических сертификатов.

Введение системы сертификатов должно создать спрос на энергоэффективные здания и способствовать инвестициям в энергосбережение. При строительстве новых зданий необходимо поощрять использование возобновляемых источников энергии, в частности применение технологий фотоэлектричества и солнечных панелей на крышах и фасадах зданий.

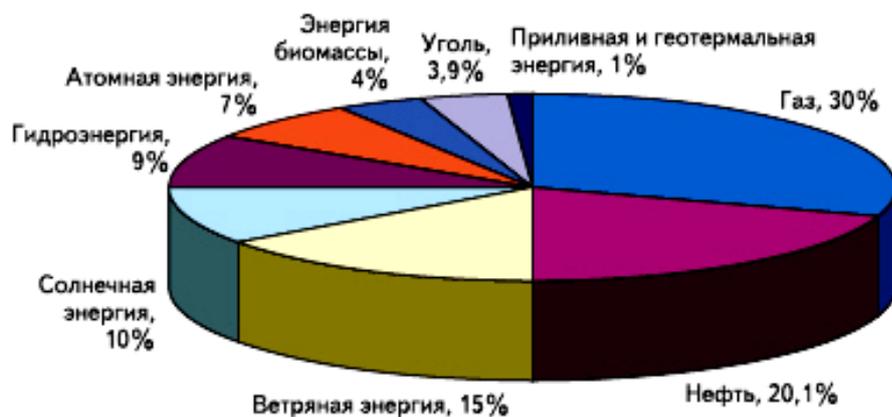
Наиболее общим агрегированным показателем, характеризующим экономику страны или региона, является валовой внутренний продукт (ВВП). Экономический рост связан с увеличением потребления энергии. Эту связь принято исследовать с использованием показателя **энергоемкости ВВП**<sup>1</sup>. Исследование изменения энергоемкости в зависимости от удельного валового внутреннего продукта для некоторых стран мира (США, Германия, СССР, Япония, Китай, Индия, Бразилия и др.) за период 1950-1999 гг. было проведено в ряде работ [20, 34, 61, 64, 77]. Анализ показал, что существует некоторый уровень энергоемкости в интервале 0,2-0,5 т.у.т./тыс. долл., к которому сходятся энергоемкости разных стран (нижний-развитых, верхний-развивающихся). По оценкам Мирового энергетического совета (МИРЭС)<sup>2</sup>, ежегодный прирост потребления **первичной энергии**<sup>3</sup> в мире составит 2-3% и к 2020 г. энергопотребление возрастет на 50-70%, а к 2100 г.-почти в 5 раз. При этом энергоемкость ВВП в развитых странах мира будет снижаться на 1,1% в год, а в развивающихся странах тенденция роста энергоемкости (1% в год) сменится на ее снижение (1,2% в год). При этом душевое энергопотребление будет возрастать на 0,9% в год в развитых странах и на 2,2% в год развивающихся вследствие уменьшения темпа прироста численности населения. В результате среднее по миру удельное

энергопотребление увеличится в 2020 г. до 2,9 т у.т./чел.



**Рис. 1.13. Структура энергопотребления в развитых странах мира**

Структура потребляемой первичной энергии в развитых странах мира за период с 2000-2020 гг. изменится в сторону увеличения доли природного газа и уменьшения доли угля. Доля нефти останется достаточно высокой и существенно не изменится, стабилизируется и доля ВИЭ. Предполагается уменьшение доли ядерной энергии вследствие необходимости вывода из эксплуатации отработавших срок службы АЭС (рис. 1.13, 1.14).



**Рис. 1.14. Структура энергопотребления в развитых странах мира**

Существует мнение, что постиндустриальному обществу потребуется меньше энергии, но неэнергоёмкие информационные технологии пока не нашли широкого применения в производственных процессах. Только фундаментальные технологические инновации позволят

перейти к новым методам производства, снизить энергоемкость существующих, сократить промышленность, т. е. перестроить экономику с учетом сложных взаимосвязей между хозяйственной деятельностью человека, технологией и экологией.

Все больше энергии требуют развивающиеся страны. Частично удовлетворить их нужды может биотехнология, перерабатывающая биомассы. Повышение эффективности использования энергии - первоочередная задача и для этих стран. Если они изберут путь, которым прошли страны Запада, последствия будут катастрофическими.

## ГЛАВА 2. ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС УЗБЕКИСТАНА

### 2.1. АСПЕКТЫ НИЗКОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

#### Структура энергопотребления экономики Узбекистана.

Узбекистан богат традиционными энергетическими ресурсами: природным газом, углем, нефтью, горючими сланцами, ураном, ресурсами для гидроэнергетики. Кроме урана и горючих сланцев, все остальные источники энергетических ресурсов активно используются в энергобалансе страны (таблица 2.1).

Таблица 2.1.

#### Структура потребления первичных энергетических ресурсов Узбекистана 2000-2010 гг.\*

Виды первичных энергетических ресурсов	2000 год		2005 год		2010 год	
	тыс. т.н.э.	%	тыс. т.н.э.	%	тыс. т.н.э.	%
Всего	53765,1	100	55344,2	100	58282,6	100
Природный газ	45752,5	85,1	49091,2	88,7	53499,5	91,8
Нефть и газовый конденсат	7575,2	14,1	5611,1	10,1	4058,2	7,0
Уголь	0,831	0,002	0,846	0,002	0,793	0,001
Крупная гидроэнергетика	365,242	0,7	519,4	0,9	563,1	1,0
Малая гидроэнергетика	69,316	0,1	119,9	0,2	159,238	0,3
Прочие источники	2,064	0,004	1,720	0,003	1,720	0,003

\* Коэффициенты пересчета в нефтяной эквивалент для Узбекистана: нефть - 1,005; природный газ - 0,8112; Бурый уголь - 0,3007; каменный уголь - 0,594; электроэнергия - 0,86. Расчеты Министерства экономики

Вместе с тем, структура энергопотребления отражает тот факт, что Узбекистан наиболее богат природным газом, который и составляет в его энергопотреблении не только основную (около 92%), но и возрастающую долю. Кроме природного газа позитивная динамика в использовании энергетических ресурсов имеет место только по малой гидроэнергетике.

При анализе баланса природного газа видно, что значительная его доля- 19-20% используется в республике для производства электроэнергии. На производство тепловой электроэнергии и горячей воды (централизованной и децентрализованной), а также на пищеприготовление в совокупности расходуется еще около 30% природного газа (в т.ч. около 7% - централизованные котельные).

Таблица 2.2.

### Структура производства электроэнергии (в %)

Производитель	2000 г.	2005 г.	2010 г.
Тепловые электростанции	89,2	84,4	83,8
Гидроэлектростанции	10,8	15,6	16,2
из нее - средние и малые гидроэлектростанции	1,7	2,9	3,6
Всего	100	100	100
Расчеты: Министерство экономики			

В структуре природного газа за последнее десятилетие более, чем двукратно выросла доля, направляемая на экспорт - с 9,2% до 20,2%, что в условиях роста мировых цен на газ, кратно превышающих внутренние цены, обеспечивает рост валютных доходов нефтегазовой отрасли и поступления государственного бюджета, а также улучшает структуру торгового, валютного и платежного балансов. Анализ баланса электроэнергии показывает, что из общего объема ресурсов на производство электроэнергии на долю невозпроизводимого углеводородного сырья приходится 84-90% (в зависимости от водности

года), и только 10-16% приходится на долю возобновляемых ресурсов - гидроэнергетики (таблица 2.2). Вместе с тем, позитивным является факт роста выработки электроэнергии за счет малых и средних ГЭС, происходящий, в первую очередь, за счет строительства и ввода в действие новых объектов.

### **Эффективность использования энергетических ресурсов.**

Узбекистан использует благоприятные условия обладания собственными углеводородными ресурсами, общие запасы месторождений которых по опубликованным данным составляют 2,2-5,1 млрд. т н.э., в том числе 82-245 млн. т н.э. нефти, 1476-1979 млн. т н.э. природного газа и 639-2851 млн. т н.э. угля<sup>3</sup>. Вместе с тем, даже этих огромных запасов, по расчетам экспертов может хватить по нефти на 10-12 лет, природному газу - на 28-30 лет, углю - более 50 лет.

К 2010 году добыча нефти и газового конденсата в стране уже резко упала и составила по сравнению с 2000 годом 53,6%. По прогнозам, объемы добычи нефти будут падать в связи с истощением главного месторождения его добычи - Кокдумалакским и незначительностью запасов вновь открываемых месторождений.

Анализ показывает, что невозпроизводимые топливно-энергетические ресурсы в стране используются крайне неэффективно. Энергоемкость ВВП страны по расчетам Министерства экономики республики в 4,7 раз превышает уровень развитых стран мира и во 1,4 раз уровень развивающихся стран.

Основные потери - расчетно более 3 млн. тонн н.э., или 5,2% всех потребляемых первичных энергетических ресурсов происходят при первичной добыче и транспортировке энергетических ресурсов, при их использовании на предприятиях в качестве топливно-энергетических ресурсов и сырья, а также при их использовании в бытовом секторе (таблица 2.3).

К примеру, на производство 1 кВт ч электроэнергии на действующих тепловых электростанциях страны используется более 340 грамм условного топлива в то время, как на современных тепловых электростанциях этот показатель составляет 230 грамм условного топлива (тут/ кВт ч).

Таблица 2.3

**Потери ресурсов при их добыче, транспортировке и использовании  
(в % к добыче или производству)**

<b>Виды потерь</b>	<b>2000 г.</b>	<b>2005 г.</b>	<b>2010 г.</b>
Внутриотраслевые потери нефти и газового конденсата	1,53	1,5	1,5
Внутриотраслевые потери природного газа	0,6	2,1	2,2
Технологические и экономические потери электроэнергии	16,5	16,7	16,9
Потери угля	2,4	2,4	2,4
Источник: Министерство экономики			

Если применять парогазовые установки (ПГУ) для выработки электроэнергии, то эффективность производства может быть существенно увеличена. Эффективность парогазовых установок значительно выше, чем паросиловых: 50-56% против 35-39% соответственно. Удельный расход условного топлива на выработку электроэнергии в новейших установках составляет 200-240 тут/кВт ч по сравнению с 320-360 тут/ кВт ч в традиционных паросиловых. В настоящее время в стране принята Программа модернизации, предусматривающая замену устаревшего оборудования на тепловых электростанциях и строительства на них современных парогазовых (ПГУ) и газотурбинных установок (ГТУ) 4, что позволит значительно сократить удельные затраты природного газа на производство электроэнергии. Кроме того, предусмотрен поэтапный перевод Новоангренской ГЭС на использование угля, что позволит

высвободить более 700 млн. куб.м. природного газа в год 5.

Среди других мер по энергосбережению предусмотрены:

- широкая техническая модернизация на металлургических, химических, цементных предприятиях, позволяющая устанавливать энергосберегающее оборудование взамен устаревшего;
- модернизация электрических, газопроводных сетей, компрессорных станций и т.п., обеспечивающая снижение потерь энергетических ресурсов при их транспортировке и доставке потребителям;
- замена котлов в экономике и бытовом секторе;
- повсеместное внедрение современных приборов учета расхода электроэнергии и газа.

Расчеты показывают, что за счет указанных мер, возможно, снизить потребление первичных источников энергии почти на 20% и сэкономить расчетно более 11,3 млн. т условного топлива в год.

Это позволит увеличить ежегодные объемы экспорта природного газа против существующих в 1,5-1,7 раза, либо, при сохранении существующих объемов экспорта, увеличить обеспеченность запасами собственных нужд в 1,26 раза - до 38 лет против нынешних 30 лет.

**Прогноз энергетических ресурсов и потребностей в альтернативном энергопотреблении на долгосрочный период.** Перед страной стоит задача по обеспечению ежегодных темпов роста ВВП страны на уровне не менее 8% в год в течение длительного периода. Реализуемые для этого меры, среди которых создание новых крупных производств с высокой добавленной стоимостью, развитие малого бизнеса и предпринимательства, развитие инфраструктуры потребуют адекватного роста энергопотребления в производственном секторе. Одновременно, устойчивый рост численности населения и уровня его доходов при существующих тенденциях приведет к росту энергопотребления в бытовом секторе.

Наибольшие темпы прироста энергопотребления при текущем

уровне энергоемкости будут наблюдаться в: электроэнергетике, химической и нефтегазохимической промышленности, на производственном и индивидуальном транспорте, для отопления жилья.

Прогнозные оценки баланса энергообеспечения страны основными видами первичных энергетических ресурсов, сделанные в двух вариантах: при существующем уровне энергоэффективности (1 вариант) и с учетом мер, намеченных в уже принятых проектах и программах энергосбережения (2 вариант). Расчеты показывают, что при непринятии мер по энергосбережению и отсутствию мер по замене жидких углеводородов альтернативным топливом из переработанного природного газа (сжиженный, сжатый газ, синтетическое жидкое топливо), дефицит жидких углеводородов под давлением роста спроса экономики и населения к 2015 году может составить более 1,5 млн. тонн.

Принятие указанных мер смягчит указанный дефицит вдвое, однако полностью проблему импорта нефти не решит. В период 2015-2020 гг. острый дефицит жидких углеводородов временно будет смягчен за счет создания принципиально нового для страны производства синтетического жидкого топлива из природного газа.

Однако после 2020 года дефицит жидких углеводородов вследствие возможного почти полного исчерпания собственных ресурсов будет вновь нарастать и после 2030 года станет угрозой для энергетической и в целом экономической безопасности страны.

Общий объем ресурсов жидких углеводородов, которые потребуются в 2030 году заменять альтернативными источниками энергии при полном исчерпании собственных ресурсов может составить более 4,5 млн. тонн нефтяного эквивалента с ежегодным последующим ростом в пределах темпов роста экономики.

Вместе с тем, импорт жидких углеводородов в больших объемах для Узбекистана будет весьма проблематичен в связи с отсутствием доступа как к морским, так и к трубопроводным путям его доставки от ближайших

доступных источников добычи углеводородов.

Все это делает баланс жидких углеводородов для страны очень неустойчивым и создающим высокие риски для устойчивого развития экономики в целом. В отличие от жидких углеводородов, ресурсы природного газа позволяют не только обеспечить бездефицитный баланс, но и растущий экспорт природного газа в объеме до 26-27 млрд. куб. м к 2020 году. В варианте с учетом энергосбережения, при средней цене природного газа в 220 долл. за 1000 куб. м, общий объем валютных поступлений составит 5,7-6 млрд. долл. США в расчете на 2020 год (7,8-8,1 млрд. долл. при цене газа в 300 долл.). Общая сумма поступлений от экспорта примерно 200,5 млрд. куб. м природного газа за период 2012-2020 гг. в этом варианте составит более 44,1 млрд. долл. (60,2 млрд. долл. при цене в 300 долларов).

Вместе с тем, объем добычи природного газа принят в оптимистическом варианте. А это означает, что в период до 2020 года имеются риски недополучения ресурсов за счет прогнозируемой добычи в размере от 2 до 5 млрд. куб. м в год, или от 1,6 до 4,1 млн. т.н.э. Этот объем - минимальная сумма потенциально необходимого замещения природного газа ресурсами альтернативных источников в период до 2020 года.

Еще более важным является создание устойчивой базы замещения природного газа в энергетическом балансе за счет альтернативных источников после 2020 года, поскольку очевидно, что дефицит энергетических ресурсов к 2030 году, а тем более, к 2050 году будет стремительно нарастать. По экспертным прогнозам, объем добычи природного газа в период 2020-2030 гг. может не нарастать, что в условиях роста потребности внутренней экономики в газе приведет к сокращению экспорта расчетно на 2-4 млрд. куб. м в год. После 2030 года в условиях снижения ежегодной добычи газа из-за сокращения невозпроизводимых ресурсов на 2-3 млрд. куб. м в год, ежегодное сокращение импорта

составит 4-7 млрд. куб. метров. Таким образом, общее снижение экспорта газа в период после 2030 года против 2020 года может превысить 10 млрд. куб. м, или 8,2 млн. т н.э. Этот объем - минимальный объем, необходимый для замещения природного газа альтернативными источниками в период после 2030 года.

Таким образом, после 2030 года стране только для обеспечения энергетической устойчивости потребуется заместить альтернативными источниками энергии минимально 12-13 млн. тонн нефтяного эквивалента в год, или 21% от нынешнего энергопотребления страны.

## 2.2. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС И ПОТЕНЦИАЛ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

### Проблемы повышения энергоэффективности в Узбекистане.

Высокая энергоемкость производства и низкая энергоэффективность в Узбекистане являются серьезным препятствием устойчивого экономического развития страны, и поэтому, проблема повышения эффективности производства входит в разряд первоочередных задач переходного периода. Это обстоятельство особо отмечено в решениях Правительства Узбекистана «Об социально-экономического развития и важнейших приоритетах углубления экономических реформ».

Несмотря на последовательное снижение энергоемкости ВВП в Узбекистане - от практически 1 т.н.э./1000 долл. США в 2005г. 0,73 т.н.э в 2009г., этот показатель по прежнему остается большим и раз больше, чем в развитых странах мира.

В то же время потребление первичной энергии в Узбекистане на 1 человека примерно в 5 раз меньше, чем в США, и в 2,5 раза меньше чем в России.

Таблица 2.4.

### Сравнительная динамик изменения энергоемкости ВВП, 1 т.н.э./1000 долл. США

	2005	2007	2009
<b>Энергоемкость ВВП в странах СНГ (в среднем)</b>	0,43	0,39	0,35
Армения	0,19	0,17	0,17
Азербайджан	0,40	0,30	0,16
Беларусь	0,32	0,30	0,29
Киргизия	0,33	0,30	0,27
Молдавия	0,37	0,33	0,28

Россия	0,39	0,37	0,42
Таджикистан	0,37	0,36	0,29
Украина	0,55	0,48	0,40
Казахстан	0,47	0,48	0,49
Туркмения	0,76	0,65	0,39
<b>Узбекистан</b>	<b>0,89</b>	<b>0,83</b>	<b>0,73</b>
<b>Энергоемкость ВВП крупнейших промышленно развитых стран</b>			
США	0,19	0,18	0,19
Германия	0,13	0,12	0,14
Великобритания	0,11	0,11	0,11
Франция	0,14	0,14	0,15
Япония	0,13	0,12	0,14

Причинами высокого современного уровня энергоемкости экономики являются

- Неэффективность существующих экономических стимулов энергосбережения;
- Относительно низкий уровень внутренних цен на энергетическое сырье и продукты его переработки и вытекающая из этого - незаинтересованность на всех уровнях управления и у населения в обеспечении рационального использования и экономного расходования топлива и энергии;
- Низкая оснащенность энергопотребителей техническими средствами учета и контроля за расходом энергоресурсов;
- Высокая энергозатратность производственных процессов из-за большой доли устаревшего основного производственного оборудования;
- Недостаток в квалифицированном управленческом и инженерном персонале в сфере энергосбережения;

- Недостаточная информированность населения по вопросам энергосбережения.

- Неэффективное использование энергетических ресурсов является главным препятствием для достижения устойчивого экономического роста национальной экономики на долгосрочную перспективу.

- Недостаточная заинтересованность управления предприятий и неспособность технического персонала доказать технико-экономическую обоснованность мер по повышению эффектив использования энергии.

- Среди проблем переходного периода и экономических реформ повышение энергоэффективности и снижение энергоемкости ВЕ рассматривается как одна из стратегических задач.

Таблица 2.5.

#### **Технологический потенциал энергосбережения (тыс. т.н.э.)**

Электро- и теплоэнергетика	1285
Топливная промышленность	558
Металлургия	191
Химическая и нефтехимическая	1259
Строительные материалы	1072
Другие	35
Промышленность- всего	4400 (58%)
Сельское хозяйство	1174(16%)
Транспорт	300 (4%)
Коммунально-бытовой сектор	1632(22%)
Всего	7506(100%)

**Потенциал и направления энергосбережения.** К быстроокупаемым энергоэффективным мероприятиям (со сроком окупаемости до 2 лет) относятся:

- внедрение автоматизированных систем по контролю и управлению энергопотреблением;
- модернизация горелочно-топочных устройств и разработка режимных карт для котельных установок;
- установка приборов учета газа, тепла и других энергоносителей;
- автоматизация энергетических установок насосных и компрессорных станций;
- использование локальных систем отопления;
- установка регулируемых электроприводов;
- замена ламп освещения на энергоэффективные (газоразрядные и светодиодные);
- обеспечение максимального использования (утилизации) вторичной тепловой энергии;
- переход на энергоэффективные технологии в производстве строительных материалов (например, с «мокрого» способа производства цемента на «сухой» и др.).

### **Потенциал и направления энергосбережения.**

#### **В энергетике:**

- комбинированная выработка тепла и электрической энергии (газотурбинные и парогазовые установки);
- увеличение коэффициента извлечения нефти и газа и повышение эффективности их переработки и транспортировки;
- обогащение угля на месте добычи и внедрение эффективных технологий его сжигания;
- регулируемый электропривод и др.

#### **В жилищно-коммунальном секторе:**

- оснащение всех потребителей приборами контроля и расхода энергоносителей;
- применение панелей с улучшенными теплозащитными свойствами;
- децентрализованное энергоснабжение;

- применение тепловых насосов;
- применение для освещения энергоэффективных (газоразрядных и светодиодных) ламп;
- использования малоэнергоемкой бытовой аппаратуры и др.

И промышленности строительных материалов;

- замена технологии мокрого способа получения цементного клинкера сухим;
- производство керамического кирпича с повышенной пустотностью;
- выпуск изделий на основе отходов (зола, шлаки и др.);
- повышение эффективности топливоиспользования, утилизация отходящих газов и др.

**В сельском хозяйстве:**

- передовые технологии подготовки и обработки земли, водопользования;
- оптимизация режимов магистральных каналов машинного орошения;
- улучшение структуры парка сельхозмашин и др.

**На транспорте:**

- рост парка малотоннажных автомобилей;
- увеличение доли дизельных двигателей;
- использование газа в качестве моторного топлива;
- строительство дорог с твердым покрытием и др.

Важнейшим направлением в энергосбережении является внедрение возобновляемых и альтернативных источников энергии во всех отраслях экономики с наращиванием их доли в энергобалансе страны, соответствующем динамике исчерпания ископаемых видов топлива. В этом случае одновременно решаются проблемы снижения экологической нагрузки на окружающую среду.

Сегодня в Узбекистане рентабельны:

- системные малые и автономные микро ГЭС в удаленных районах;

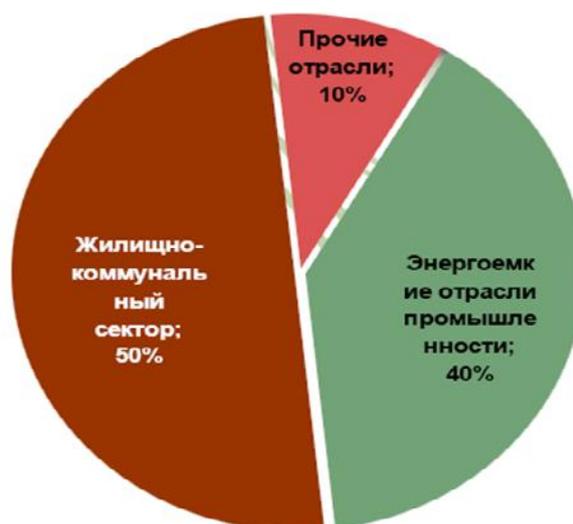
-ветрогенераторы, подключенные к слабозагруженным сетям энергосистемы, питающим удаленные районы;

-солнечные водонагревательные установки ГВС для бытовых потребителей;

-биогазовые установки для выработки электрической и тепловой энергии и получения удобрений;

-комбинированные ветро-солнечные установки для маломощных установок в районах пастбищного животноводства.

В результате реализации программ модернизации отраслей промышленности ожидается реализовать до 40% от намеченного объема экономии энергоресурсов.



Важую роль в реализации потенциала энергосбережения играют энергосберегающие меры в ЖКХ, которые должны обеспечить половину всего объема экономии.

**Нормативно-правовые основы.** За годы независимости в республике создана соответствующая нормативно правовая база, регулирующая отношения в сфере электроэнергетики, в частности законы Республики Узбекистан “О рациональном использовании энергии”, “Об электроэнергетике” и ряд нормативно-правовых актов.

В постановлении Президента Ислама Каримова “О приоритетах развития промышленности Республики Узбекистан в 2011-2015 годах”

№ПП 442 от 15 декабря 2010 года определены основные задачи и приоритетные направления развития индустриального комплекса страны на ближайшие годы. В Постановлении предусмотрено дальнейшее углубление структурных преобразований в отраслях промышленности, намечено продолжить осуще широкомасштабной модернизации, техническое и технологическое обновление производства, оснащение его самым современным оборудованием, ускорен внедрение в практику новейших научных достижений и прогрессивных инновационных технологий.

Законодательной палатой Олий Мажлиса разработан проект закона "О возобновляемых источниках энергии" с учетом имеющего зарубежного Проект закона проходит экспертизу в уполномоченных органах республики.

ГАК "Узбекэнерго" заключила договор с Институтом Энергетики и автоматике АН на разработку технической документации на тему "Концептуальные положения и направления развития использования возобновляемых источников энергии для производства электрической и тепловой энергии в Узбекистане на долгосрочную перспективу"

**Реализация потенциала энергосбережения за счет программ модернизации отраслей экономики.** Целевые ориентиры по экономии энергетических ресурсов в разрезе наиболее энергоемких отраслей промышленности

За период 2010-2015гг. за счет реализации проектов в рамках модернизации базовых отраслей промышленности (усматривается обеспечить экономию энергоресурсов в объеме 5 млн. т.н.э.

**Основные направления энергосбережения в электроэнергетике:**

**В сфере производства электроэнергетики:**

-внедрение парогазовых установок (ПГУ) на тепловых электростанциях -повышение КПД ТЭС. Внедрение ПГУ на Ташкентской,

Талимарджанской и Навоийской ТЭС -экономия до 1,5 млрд, куб.м газа/год;

-увеличение доли сжигания угля на Ново-Ангренской ТЭС - экономия около 850 млн.куб.м газа/год;

-внедрение детандер-генераторов для дополнительной выработки электроэнергии на Сырдарьинской и Талимарджанской ТЭС -увеличение общей мощности станций на 20 МВт.

**В сфере передачи, распределения и потребления электроэнергии:**

-оптимизация режима работы распределительных сетей - снижение потерь в объеме 14 млн.кВт.ч/год;

-внедрение современных электронных приборов учета у бытовых потребителей - экономия в объеме 1,2-1,5 млрд. кВт.ч/год;

-внедрение АСКУЭ в самой энергосистеме - снижение потерь электроэнергии в объеме 2-3 млн.кВт.ч/год

**Основные направления энергосбережения в нефтегазовой отрасли:**

**В сфере добычи и переработки нефти, газа и газового конденсата:**

-оптимизация режима работы скважин, снижение потерь газоконденсата;

-утилизация газов на месторождении «Кокдумалак» - о в объеме 1,5-2 млрд, куб.м газа / год;

-внедрение частотно-регулируемого электропривода (ЧРП) - эконом потребляемой электроэнергии в отрасли может достигать 25-40% в год;

-реализация мер по снижению потребления электро- и теплоэнергии.

**В сфере транспортировки и распределения газа:**

-капитальный ремонт и реконструкция газопроводов высокого и низкого давления, переход на 2-х ступенчатую систему газоснабжения потребителей - экономия в объеме 165 млн.куб.м газа /год;

-оснащение компрессорных станций ультразвуковыми приборами, внедрение современных технологий, позволяющих производить работы без выбросов газа в атмосферу и др. мероприятий - снижение потерь в объеме 20-25 млн. куб. м газа/год

-установка современных приборов учета газа, внедрение программы централизованного компьютерного учета и расчетов и др. мероприятий - снижение потерь в объеме 100 млн.куб.м.

**Основные направления энергосбережения в химической отрасли.** Химическая промышленность Узбекистана является наиболее энергоёмкой отраслью - доля затрат на ТЭР в себестоимости на произведет селитры, карбамида составляет 30-50%.

Предприятиями ГАК «Узкимёсаноат» ежегодно потребляется около 2,3 млрд. м<sup>3</sup> газа, в т.ч. около 1,5 млрд. м<sup>3</sup> в качестве технологического сырья, 3,3 млрд. Вт.ч электроэнергии. Основная часть потребляемого природного газа (85%) и электрической энергии (88%) приходится на долю азотных предприятий.

Имеются большие резервы для снижения энергетических затрат за счет модернизации технологических процессов, диверсификации производства, реализации организационно- технических мероприятий. Потенциал ежегодной экономии за счет энергосберегающих мер - 280 млн.куб м газа, более 195 млн.кВт.ч электроэнергии.

Реконструкция с элементами КВР производства аммиака на ОАО «Фаргонаазот» (снижение расхода природного газа с 1730 м.куб/тн аммиака до 90 м.куб/тн или на 14%), Реконструкция и модернизация крупнотоннажного агрегата аммиака на ОАО «Электркимесаноат» (снижение расхода природного газа с 1800 м<sup>3</sup>/тн до 1450 м<sup>3</sup>/тн или на 21%, электроэнергии - с 0,272 тыс. кВт до 0,210 тыс. кВт или на 23%), модернизация ОАО «Навоиазот» (экономия природного газа - 0,242 млн.м<sup>3</sup>, электроэнергии -10,35 млн. кВт.ч)

**Основные направления энергосбережения в металлургическом комплексе.** Наибольшие резервы экономии заключены в:

- совершенствовании технологии производства
- модернизации печей,
- повышении качества и ассортимента проката,
- утилизации тепла уходящих газов технологических процессов,
- использовании современных теплоизоляционных материалов в печах,
- обновлении изношенных крупных электроприводов;
- Ежегодные объемы экономии могут составить до 210 тыс.т.н.э.
- Техническое перевооружение систем оборотного промышленного водоснабжения и теплоснабжения на базе энергосберегающих технологий АГМК (снижение потребления электроэнергии на 94 млн.кВт.ч), Техническое перевооружение объектов энергоснабжения с внедрением автоматического управления учёта энергоресурсов и процессов производства (снижение потребления электроэнергии на 122,4 млн.кВт.ч), реконструкция методической печи на АПО «Узметкомбинат» (экономия 10,7 млн. м<sup>3</sup> природного газа).

**Основные направления энергосбережения в промышленности строительных материалов.** С 2010 года предприятиями по производству жженого кирпича, потребляющими природный газ в объеме сверх установленных норм удельного расхода, отпуск природного газа производится не по льготной (51 сум за м<sup>3</sup>), а по действующей оптовой цене.

Разработаны типовые унифицированные проекты кирпичных заводов различной мощности, что создало условия для внедрения новых энергосберегающих технологий с экономией природного газа до 1,5 раз по сравнению простыми печами.

В 2010 году было дополнительно введено еще 32 новых кирпичных завода общей мощностью не менее 103 млн. штук, а также проведена

модернизация не менее 95 заводов, с заменой не экономичных горелок и печей на современные -экономия до 25 млн. куб.м. природного газа или расчетно на 23%.

**Потенциал энергосбережения в жилищно-коммунальном хозяйстве.** Необходимо снижение энергоемкости в этом секторе на 25%-27% что должно обеспечить не менее 40-процентный вклад в реализацию целевых ориентиров по снижению энергоемкости ВВП за счет:

- углубления реформ в коммунальном хозяйстве,
- ускорения темпов оснащения потребителей приборами учета газа, воды и тепла,
- замены физически и морально устаревших котлов на высокоэффективные агрегаты с коэффициентом полезного действия 90% и более,
- внедрения регулируемого режима отопления жилья и производственных зданий,
- использования энергоэкономичных строительных конструкции и бытовой техники.

За счет этих мер ежегодный объем экономии может составить 2350 млн.куб.м газа и более 1,4 млрд.кВтч. электроэнергии.

Потенциал энергосбережения при изменении структуры предусматривает увеличение доли энергосберегающих ламп в нагрузке. Для выработки аналогичного светового потока ими расходуется раз меньше электроэнергии, чем у обычных ламп накаливания.

Экономия всех затрат при использовании энергосберегающих ламп составляет 66% от общих затрат на освещение. При внедрении энергосберегающих ламп экономия электроэнергии составляет 78 - 80% от объема электроэнергии, используемой на освещение.

Согласно постановлению Кабинета Министров от 2 июня 2011 года "О мерах по организации производства и поэтапному переходу на

использование энергосберегающих ламп”, в Узбекистане к 2015 году будет выпускаться до 28,87 миллиона штук ЭЛ,

По оценкам экспертов, внедрение энергосберегающих лампочек поможет Узбекистану сэкономить до 2,53 млрд. кВтч электроэнергии в год или 50,6 млн. долларов. По данным ассоциации "Узэлтехсаноат" потребность Узбекистана в энергосберегающих лампочках составляет 50 млн. штуки.

**Теплоснабжение.** Энергоэффективные мероприятия на стороне потребления:

Значительная экономия топливных ресурсов может быть получена за счет внедрения современных технологий у конечного потребителя, в частности за счет:

-Перехода с существующей открытой системы ГВС и централизованного теплоснабжения на закрытую;

-Внедрения приборов учета ГВС и регулирования теплопотребления

В соответствии с Постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан №78 от 19 марта 2009г. была разработана "Концепция реформирования теплоснабжения в Узбекистане", целью которой является определение основных направлений дальнейшего развития теплоснабжения путем обновления и модернизации основных фондов, внедрения современных экономических и энергосберегающих технологий, эффективного и рационального использования сырьевых и финансовых ресурсов, повышения эффективности теплоснабжающих организаций и качества предоставляемых коммунальных услуг по теплоснабжению.

**Необходимость снижения негативного воздействия промышленности на окружающую среду.** Механизм чистого развития (МЧР) Киотского протокола оказывает стимулирующую роль для внедрения современных энергоэффективных технологий в промышленности, энергетике позволяет покрыть часть инвестиционных затрат модернизацию производств.

6 декабря 2006 г. в лице Министерства экономики организован Национальный орган по МЧР, а также создан Межведомственный совет по МЧР. Сформирован национальный портфель проектов МЧР, состоящий из 63 проектов. Совокупное сокращение выбросов расчетно составит 13,5 млн.тонн CO<sub>2</sub>-эквивалента. В частности, реализация 9 МЧР проектов нефтегазового сектора связанных с сокращением утечек природного газа позволит добиться совокупной экономии природного газа в объеме 870 млн.м<sup>3</sup> в год.

В настоящее время, по количеству зарегистрированных МЧР проектов и планируемым объемам ежегодных сокращений выбросов Республика Узбекистан занимает лидирующую позицию среди стран СНГ и стран Восточной Европы (1 место), а в общемировом рейтинге стран уже занимает 7-ое место (по планиваемым объемам ежегодных сокращений выбросов) и 19-ое место (по количеству проектов)

**Меры государственной политики по повышению энергоэффективности:**

- разработка и реализация программ энергосбережения;
- проведение структурной политики, изменяющей уд. вес продукции различной энергоемкости;
- проведение энергетических обследований предприятий;
- экспертиза проектов строительства, создание демонстрационных зон высокой энергетической эффективности;
- вовлечение в энергетический баланс нетрадиционных источников энергии;
- повышение ответственности за нерациональное и неэффективное расходование энергоресурсов, ограничение использования энергорасточительных видов техники и технологий;
- введение специальных нормативов энергоэффективности в разбивке по отраслям и системы штрафов за их нарушение для стимулирования замены устаревшего оборудования;

-ведение государственного энергетического реестра организации и энергетических паспортов организаций;

-стимулирование развития и использования новых энергетических технологий создающих продукцию с качественно новыми потребительскими свойствами.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Исследование структуры мирового производства энергоресурсов показала, что доля органических видов топлива в энергетическом балансе превышает 87% и что экономия 1% энергоресурсов эквивалентна почти 97 млн. т. топлива. В структуре энергопотребления Узбекистана природный газ составляет 92%, значительная доля 19-20% которого используется для производства электроэнергии.

2. Проведен анализ негативные последствия не рационального использования топливно-энергетических ресурсов и представлены методы по проведению экономически эффективных энергосберегающих мероприятий, исходя из зарубежного опыта.

3. Анализ аспектов низкой энергетической эффективности в Узбекистане показал, что энергоемкость ВВП страны в 4.7 раз превышает уровень развитых стран мира, 2.5 раз Китая и в 1,4 раз уровень развивающихся стран.

4. Обзор энергетического баланса и потенциала энергосбережения показал, что общий объем ресурсов жидких углеводородов, которые потребуется заменять альтернативными источниками энергии в 2030 году составит более 4,5 млн. тонн нефтяного эквивалента. После 2030 года для обеспечения энергетической устойчивости потребуется заместить альтернативными источниками энергии минимально 12-13 млн. тонн нефтяного эквивалента в год. При этом, энергосбережение позволит снизить потребление первичных источников энергии на 20% и сэкономить более 11,3 млн. т условного топлива в год.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ола Дж. Метанол и энергетика будущего; Когда закончатся нефть и газ: пер. с англ./ Дж. Ола, А. Гепперт, С. Практаш. -М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 416 с.: ил.
2. Мазур И.И. Нефть и газ. Мировая история / И.И. Мазур. - М. : Земля и человек XXI века, 2004. - 896 с. : ил. - Библиогр.: с. 880-888.
3. Глебова Е.В., Глебов Л.С., Сажина Н.Н. Основы ресурсо-энергосберегающих технологий углеводородного сырья. Изд. 2-е, исправленное и дополненное - М.: ФГУП Издательство «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2005. - 184 с.
4. Литвак В.В. Основы регионального энергосбережения (научно-технические и производственные аспекты). - Томск: Изд-во НТЛ, 2002. - 300 с.
5. Дульзон Н.А., Закиров Р.И., Литвак В.В. Местоположение источника питания в распределительных сетях // Электрические сети и системы. - Львов: Изд-во Львов. Ун-та, 1971. - Вып. 9. - с. 37-43.
6. Энергетическая стратегия России. Региональная энергетическая политика // Промышленная энергетика. - 1996. - № 2.
7. Степанов В.С., Степанова Т.Б. Потенциал и резервы энергосбережения в промышленности. - Новосибирск: Наука, 1990. - 248 с.
8. Доброхотов В.И. Энергосбережение - важнейшее направление новой энергетической политики России // Теплоэнергетика. - 1993. - № 4.
9. Медоуз Д.Х., Медоуз Д.Л., Рандерс И. За пределами роста / Пер. с англ. Под ред. Г.А. Ягодина. - М.: Прогресс, Пангея, 1994. - 304с.
10. Литвак В.В. Энергетический баланс как основа формирования потенциала энергосбережения // Тез. Докл. Всерос. Совещ.

- «Энергосбережение и энергетическая безопасность регионов России». - Томск, 2001. - С. 76-77.
11. Савенко Ю.Н., Штейнгауз Е.О. Энергетический баланс (некоторые вопросы теории и практики) / Под ред. А.М. Некрасова. - М.: Энергия, 1971. - 184 с.
  12. Социально-экономическое положение Томской области. Статистический бюллетень. 1999, 2000, 2001 гг. - Томск.
  13. Алексеева Т.И., Литвак В.В., Яворский М.И. Стимулирование энергосбережения // Промышленная энергетика. - 2001. - № 12. - С. 2-4.
  14. Газовые топлива и их компоненты. Свойства, получение, применение, экология : справочник / В.Н. Бакулин [и др.] - М.: Изд-во МЭИ, 2009. - 615 с.
  15. Введение в энергосбережение: учебное пособие А.И. Гаврилин, С.А. Косяков, В.В. Литвак и др. ; Томский политехнический университет. - Томск: Курсив плюс, 2000. - 217 с.
  16. Закон РУз от 24.04.1997. № 398-1 «О естественных монополиях».
  17. Указ Президента Республики Узбекистан «Об углублении экономических реформ в энергетике Республики Узбекистан», 2001 г.
  18. Аллаев К.Р. Состояние и перспективы развития энергетики мира и Узбекистана//Энергия ва ресурс тежаш муаммолари. - Тошкент, 2006. -№ 3. 18
  19. Асланян Г., Молодцов С., Лихачев Г. Богатство кладовых Центральной Азии//Мировая энергетика. -2005. - №4.
  20. 6. Байков Н., Безмельныцина Г., Гринкевич Р. Перспективы развития мировой энергетики до 2030 года//МЭиМО. - 2007. - № 5.
  21. 8. Гражданкина Е. Влияние техногенных факторов на объекты экосистемы городов Ташкентской области//Экологический вестник. - 2006.-№2.

22. Гарантия нашей благополучной жизни - построение демократического правового государства, либеральной экономики и основ гражданского общества. Доклад Президента Республики Узбекистан Ислама Каримова на заседании Кабинета Министров, посвященном итогам социально-экономического развития страны в 2006 г. и важнейшим приоритетам углубления экономических реформ в 2007 г.
23. 12. Закрепляя достигнутые результаты, последовательно стремиться к новым рубежам. Доклад Президента Республики Узбекистан Ислама Каримова на заседании Кабинета Министров, посвященном итогам социально-экономического развития в 2010 г. и важнейшим приоритетам углубления экономических реформ в 2011 г.
24. Кенисарин М. К проблеме формирования новой энергетической политике Узбекистана// Центральная Азия и Кавказ. - 2006. -№ 3.
25. Мировая энергетика: прогноз развития до 2020 г./ Пер. с англ. под ред. Ю. Н. Старшикова.
26. Решение экологических проблем - не просто приоритет, а важное условие развития страны. Интервью Постоянного Представителя ПРООН в Узбекистане Ф. Акчуры // Экологический вестник. - 2006. -№ 3.
27. Сафаев М., Мухамеджанов С., Самойлов С., Таджиев Т. и др. Автомобильный транспорт и окружающая среда// Экологический вестник. - 2007.-№ 8.
28. Телегина Е. Энергетические технологии и развитие мировой экономики в XX веке// МЭиМО. -2007. -№ 6.
29. Узбекистан. Оценка уровня жизни населения. Всемирный Банк, 2013.
30. Узбекистан. Энергетическая отрасль: вопросы, анализ и программа реформ. Всемирный Банк, 2013.

31. Фрай К. Экология или энергетическая безопасность - что важнее?  
//Вопросы экономики. - 2006. - № 4.
32. Энергорынок Центральной Азии: тенденции и перспективы.  
Материалы Международной научно-практической конференции,  
декабрь 2005. -Ташкент, 2006.