

**ВОЗМОЖНОСТИ УМЕНЬШЕНИЯ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭНЕРГЕТИКИ  
НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

*Обговорюються характер і масштаби впливу енергетики на стан навколишнього середовища. Пропонуються напрямки розвитку електроенергетики, реалізація яких здатна забезпечити сталі економічне зростання з одночасним послабленням негативного впливу об'єктів енергетики на навколишнє середовище.*

Проблемы воздействия энергетики на окружающую среду занимают серьезное место в исследованиях отечественных специалистов - энергетиков, экономистов, экологов. Обострение экологических проблем (кислотные дожди, возможное глобальное потепление климата, радиационное загрязнение больших территорий в результате аварии на Чернобыльской АЭС, загрязнение акватории морей и океанов, участвовавшие техногенные аварии с жертвами среди населения и большим ущербом флоре и фауне и др.) в последнее десятилетие привело к значительной интенсификации таких исследований в этой области [1-20, 23, 29-31, 33].

Мировой энергетический совет (МИРЭС), объединяющий энергетиков около 100 стран мира (потребляющих вместе 92% всех энергоресурсов), в сентябре 1998 г. в г.Хьюстон (Техас, США) провел 17<sup>й</sup> конгресс, на котором был рассмотрен вопрос *“энергия и технология: устойчивое глобальное развитие на пороге следующего тысячелетия”*. Энергетические ресурсы и технологии, жизненно важные для будущего экономического и социального прогресса, рассматривались во взаимосвязи с природоохранными мероприятиями, политическими и законодательными тенденциями, международной торговлей и экономикой разных стран, изменениями жизненных стандартов, демографией, развитием коммуникационных и информационных систем, степенью индустриализации и др. [2-4].

За минувшие сто лет население мира возросло более чем в три раза и совсем недавно превысило 6 миллиардов. По оценке бюро переписи населения США, к 2025 г. в мире будет жить почти 8 миллиардов человек, а к середине XXI века - 9,3 миллиарда [5]. Рост народонаселения будет сопровождаться интенсивным экономическим развитием, возможным лишь при увеличении мирового производства в 3-5 раз к 2050 г. и в 10-15 раз к 2100 г. Такой рост мирового производства невозможен без увеличения потребления первичной (топливно-энергетических ресурсов) и конечной энергии в 1,5-3 раза к 2050 г. и в 2-5 раз к 2100 г. [3,4] и требует увеличения объемов сжигания ископаемых видов топлива. Эти энергоносители по-прежнему обеспечивают производство более 60% всей необходимой коммерческой энергии (табл. 1).

**Таблица 1. Крупнейшие страны-производители электроэнергии ТВт-ч (1995г.) [3]**

Страна	Всего	ТЭС на угле	ТЭС на жидком топливе	ТЭС на газе	ГЭС
США	3558	1833	87	529	314
Китай	1008	740	62	-	191
Япония	981	175	224	191	82
Россия	859	157	79	345	175
Канада	551	-	-	-	334
Германия	533	297	-	-	43
Франция	489	-	-	-	71
Индия	415	288	-	-	83
Великобритания	333	143	35	58	-
Бразилия	275	-	-	-	254
Всего в мире	13226	4949	1315	1932	2498

Существующая тепловая энергетика мира ежегодно выбрасывает в атмосферу Земли *более 200 млн. т окиси углерода, 50 млн. т различных углеводородов, 150 млн. т двуокиси серы, 50 млн. т окислов азота и 250 млн. т мелкодисперсных аэрозолей*. Теплоэнергетика существенно нарушает баланс установившихся в биосфере круговых процессов. Это касается не только окислов азота и серы, но и углекислого газа, количество которого в атмосфере заметно возрастает (за последние 100 лет - на 20%), а также кислорода, изымаемого из атмосферы со скоростью 1% в год [1, 6-14]. Даже для углей с наименьшей зольностью основная доля суммарной вредности приходится на золу, содержащую химические соединения [7,9,14], обладающие специфическим вредным воздействием (табл.2).

Таблица 2. Сравнительные оценки воздействия радиации и некоторых химических соединений на человека и растительность [15]

Действующий фактор	Предельная концентрация, мг/м <sup>3</sup>	
	для человека	для хвойных пород
Облучение	0,005 Зв/год	5 Зв/год
Окислы азота	0,04	0,02
Сернистый ангидрид	0,05	0,015
Аммиак	0,04	0,04
Бензол	0,1	0,05
Оксид углерода	3,0	3,0
Пары серной кислоты	0,1	0,03
Пыль минеральная	0,05	0,05
Сероводород	0,008	0,008
Соединения фтора	0,005	0,003
Формальдегид	0,003	0,003
Хлор	0,03	0,015
Циклогексан	0,4	0,2

Значительное воздействие на компоненты окружающей среды оказывают золошлаковые отходы ТЭС. Количество их во всем мире растет в таких масштабах, что уже не может качественно восприниматься. Так, только в Украине ежегодный выход золошлаковых отходов достигает 16 млн. т, а общее накопленное количество золошлаков в отвалах составляет более 200 млн. т [9, 14].

Нельзя не отметить, что электростанция, работающая на угле, выбрасывает в атмосферу больше радиоактивных веществ, содержащихся в угле в виде включений (радий, торий, полоний и др.), чем АЭС той же мощности. Это связано с выбросом различных радиоактивных элементов. Кроме того, добыча угля связана со значительным засолением водных резервуаров, куда сбрасываются шахтные воды. Например, в Польше из шахт *ежедневно* откачивается около 900 тыс. т воды, в которой концентрация солей достигает 70 г/л. Помимо этого в откачиваемой воде содержатся изотопы радия (активность до 390 Бк/л) и радон [15].

Главной бедой угольной энергетики, развивающейся в таких масштабах, являются выбросы в атмосферу двуоксида углерода и других парниковых газов [4, 5, 12-15]. Более 2500 международных экспертов, принимавших участие в работе Межправительственной группы по климатическим изменениям (МГКИ), опубликовали отчет с осторожным, но недвусмысленным предупреждением: "... Если технологии производства энергии останутся без изменений (выбросы CO<sub>2</sub> составляют порядка 23 млрд. т ежегодно, а его содержание в атмосфере превышает 360 частей на миллион, что примерно на 20% выше, чем сто лет назад), а спрос на нее существенно возрастет, то средняя температура воздуха на нашей планете может повыситься в течение следующего столетия на 1,0-3,5 °С, произойдет глобальное потепление. Это в свою очередь приведет к повышению уровня мирового океана на 50 см и, соответственно, к затоплению прибрежных низин и тропических островов, возрастанию экстремальных погодных явлений и губительному воздействию на леса и сельскохозяйственные угодья" [2-5]. Прошедшая в ноябре 1999 г. в Бонне 5-я конференция ООН, посвященная глобальному потеплению, в которой приняли участие главы ведомств, занимающихся охраной окружающей среды из 173 стран мира, подтвердила точку зрения МГКИ. Более того, конференция выработала конвенцию, призывающую развитые страны направить усилия на сокращение выброса в атмосферу парниковых газов, иначе интенсивное потепление климата может привести к усилению таяния ледников, необходимости переселения 94 миллионов человек, а также к опасным инфекционным заболеваниям около 290 миллионов человек [16].

С 1993 г. действует международный проект DECADES, цель которого - создание баз данных для сравнительной оценки экологического воздействия различных источников энергии. Эти базы данных, учитывающие экономические, социальные и медицинские аспекты влияния различных установок на природную среду, могут быть использованы при выработке энергетической политики в разных странах. Предварительные исследования показали, что для стабилизации эмиссии CO<sub>2</sub> на нынешнем уровне промышленно развитым странам необходимо уменьшить его выход до 2050 г. на 70% для компенсации последствий увеличения выработки электроэнергии в развивающихся странах. Снизить выбросы CO<sub>2</sub> в первую очередь должны такие страны как США, Россия и Китай, мировой вклад которых составляет соответственно - 22, 11 и 10 % [4, 5, 14, 15, 18].

Примером разумного подхода к экологической защите природной среды может служить Франция, где в 1984 г. на эти цели было израсходовано 1,3 млрд. франков, причем более половины этой суммы пошло на обеспечение экологической безопасности АЭС. Благодаря принятым мерам Франция стала наименее загрязненной страной в Европе - выбросы углекислого газа уменьшились до 1,7 т в год на человека (в Германии - 3 т, в США - 5 т). Япония рассчитывает до 2100 г. сохранить выбросы CO<sub>2</sub> на уровне 1990 г. за счет увеличения выработки атомной энергии в 4-8 раз [14].

Сегодня только около 35% всей энергии приходится на необразующие двуокись углерода АЭС и ГЭС - основные альтернативные источники энергии (см. табл. 1,3). Солнечная, ветровая, геотермальная и другие виды возобновляемых источников энергии в ближайшем будущем совершенно неперспективны для создания мощных промышленных энергоисточников и сегодня дают лишь около 1% общемирового объема энергопроизводства [18]. Если говорить о гидроэнергетике, то практически все страны мира возможности использования гидроресурсов в основном исчерпали. К тому же наряду с естественным проявлением геодинамических процессов, характерных для региона, может проявляться сейсмическая опасность искусственного происхождения из-за техногенной деятельности (создания плотин ГЭС и глубоких водохранилищ, разработки нефтяных и газовых месторождений и др.). В частности, подобные явления отмечались под Красноярским и Братским водохранилищами [20]. Наличие глубокого водохранилища специалисты считают причиной землетрясения, случившегося 29 сентября 1993 г. в Центральной Индии, в результате которого погибло около 10 тыс. человек и разрушено более 20 селений. Ни геологическое строение региона, ни историческая сейсмичность не свидетельствовали о возможности такого события [20]. Поэтому планировать в перспективе существенное увеличение выработки электроэнергии на гидроэлектростанциях весьма проблематично.

В этой связи атомные электростанции, работающие эффективно и с высокой постоянно улучшающейся готовностью, приобретают важнейшее значение в электроэнергетике многих развитых стран (табл.3). Прогнозируется масштабное их внедрение в Китае, Индии, Пакистане, Иране [4]. В глобальном масштабе ядерная индустрия середины 90-х годов приблизилась к совокупному сроку эксплуатации всех вместе взятых АЭС равному *восемью тысячам лет!* При этом случаев долгосрочных последствий радиационного облучения у работающего населения, проживающего вблизи АЭС, не было отмечено, о чем официально объявлялось на экологических саммитах, проходящих в Рио-де-Жанейро (1992 г.) и Нью-Йорке (1997 г.). Обширный анализ свидетельствует о том, что при нормальной работе АЭС экологическое воздействие атомной энергетики в десятки раз меньше, чем тепловой (табл. 2, 4) [15, 17, 19, 21, 22].

Таблица 3. Производство электроэнергии на АЭС в 1995 г. [3]

Страна	Производство электроэнергии на АЭС	
	млрд. кВт·ч	доля в мировом производстве, %
США	714	30,6
Франция	377	16,2
Япония	291	12,5
Германия	154	6,6
Россия	100	4,3
Канада	98	4,2
Великобритания	89	3,8
Украина	71	3,0
Швеция	70	3,0
Южная Корея	67	2,9
Остальные страны	302	12,9
Всего в мире	2332	100,0

Таблица 4. Социальные последствия использования различных энергоисточников [15]

Источник энергии	Количество смертных случаев, связанных с выработкой 1 ГВт·год электроэнергии			
	среди работников данной отрасли		среди населения	
	немедленные	отдаленные	немедленные	отдаленные
Уголь	0,16 - 3,2	0,02 - 1,1	0,1 - 1,0	2,0 - 6,0
Нефть	0,20 - 1,35	?	0,01 - 0,1	2,0 - 6,0
Газ	0,10 - 1,0	?	0,2	0,004 - 0,2
Атомная энергетика	0,07 - 0,5	0,07 - 0,37	0,001 - 0,01	0,005 - 0,2
Гидроэлектростанции	0,5 - 4	?	0,2	0,004 - 0,2
Солнце, ветер	0,07 - 0,5	?	0,05 - 2,0	0,05 - 2,0

Интересно отметить, что по данным группы английских медиков, лица, работающие в течение 1946-1988 гг. на предприятиях британской ядерной промышленности, живут в среднем дольше, а уровень смертности среди них от всех причин, включая рак, значительно ниже [15]. Ни на одной АЭС, кроме Чернобыльской, не было аварий, приведших непосредственно к гибели людей. В целом авария на ЧАЭС дала вклад в коллективную дозу облучения населения Украины около 2%. Глобальный риск от последствий Чернобыльской аварии оценивается исходя из такого расчета, что в течение 50 лет

население Европы получит дозу облучения 90 млн. чел-бэр. При этом риск возникновения радиогенных онкозаболеваний составит 0,02-0,4%. Риск генетических нарушений увеличится на 0,005-0,1%. Вероятностный метод расчета опасности АЭС в целом свидетельствует о том, что при выработке одной и той же единицы электроэнергии вероятность крупной аварии на АЭС в 100 раз ниже, чем на гидроэлектростанции, и в 1000 раз ниже, чем в случае угольной энергетики [11,15,19,29].

Во всех странах АЭС дают более дешевую электроэнергию, чем угольные, газовые и нефтяные ТЭС. В связи с вводом в эксплуатацию реакторов нового поколения во многих странах уже началась вторая волна развития атомной энергетики [2-5,15,19-32].

Основным препятствием, тормозящим интенсивное развитие атомной энергетики, остается проблема захоронения радиоактивных отходов (РАО) [25-31]. Сегодня эту проблему предполагается решать с помощью захоронения РАО сроком на 100-150 лет в глубинных (до 1 км) могильниках. Если в далеком будущем захороненные РАО и начнут просачиваться в атмосферу, это окажется длительным процессом, растянутым на столетия и тысячелетия, что приведет к постепенному возрастанию радиационного фона вблизи мест захоронения. Это будет медленный эволюционный процесс, и организм человека сможет приспособиться к повышенному радиационному фону. Уместно отметить, что в настоящее время радиационный фон вблизи месторождений урановых руд действительно в несколько раз превышает среднефоновые значения, однако нет никаких данных о том, что это сказывается на здоровье проживающего там населения [15].

Тем не менее, нам представляется, что ставка МАГАТЭ [22] в основном на усовершенствование реакторов с уран-плутониевым ядерным топливным циклом явно недостаточна, так как уран-плутониевый цикл разработан и осуществлен в первую очередь для военных целей. Для решения проблемы обращения с отработавшим топливом следует развивать альтернативные направления получения энергии при делении тяжелых ядер и в том числе на основе давно известного уран (233)-ториевого ядерного топливного цикла, внося в его осуществление новые подходы [25,28]. Расчеты показали, что при нейтронном потоке  $10^{13}$  н/см<sup>2</sup>·с в топливной соли активной зоны ядерного реактора практически не происходит накопления ядер актиноидов с массовым числом более 235. Следовательно, при таком режиме работы нет оснований для опасений по накоплению тяжелых актиноидов (U-236, Np, Pu, Am, Cm). И это главное. Кардинально решается проблема обращения с радиоактивными отходами, так как они представляют только коротко- и относительно короткоживущие радиоактивные элементы распада тяжелых ядер!

В промежутке, до освоения уран-ториевого цикла, целесообразно уже в настоящее время освоить ядерный топливный цикл без воспроизводства нового делящегося вещества [25,26], предполагающий использование обогащенного (до 99,9%) урана. В таком чисто урановом ядерном топливном цикле с использованием интерметаллидного топлива не будет образовываться плутоний и трансплутониевые элементы *и можно будет полностью сжечь весь высокообогащенный уран и плутоний, оставшиеся от реализации военных программ* [30,31], а в дальнейшем и трансплутониевые и трансураниевые накопления [25]. Это решение одной из самых сложных мировых проблем - проблемы *ликвидации радиоактивных отходов*. Подземное же размещение реакторов с чисто урановым, плутониевым и уран (233)-ториевым циклами делает атомную энергетику гарантированно безопасной [24-27]. Под эгидой МАГАТЭ необходимо разработать соответствующую Международную программу создания атомной энергетики, эффективно решающую экологические, экономические и социальные проблемы человечества и создающую условия для поиска и создания альтернативных технологий производства электроэнергии и тепла.

Исходя из вышеизложенного, очевидно, что дальнейший рост спроса на электроэнергию будет скорее всего покрываться за счет атомной энергетики. Однако даже по самым оптимистичным оценкам мощность АЭС может вырасти только в 2 раза к 2020 г. и в 4 раза к 2050 г. (в настоящее время установленная мощность АЭС составляет порядка 400 ГВт), что совсем не удовлетворяет планируемые потребности 2050 г. - увеличение производства всей электроэнергии (атомная составляет менее 20%) в 1,5-3 раза [2-4]. Какой же может быть выход из сложившейся ситуации, если уже сегодня стоит вопрос о снижении выбросов CO<sub>2</sub> на ТЭС?

В кратковременной перспективе (до 2010 г.) развитые страны могут выполнить установленные ограничения, используя промышленно освоенные технологии, включая энергосберегающие. Многие из них, однако, не являются пока коммерчески конкурентоспособными и не окупаются в рыночных условиях или требуют значительных начальных инвестиций. Поэтому задача правительств этих стран - создание необходимых условий и стимулов для ускорения широкого внедрения энерго- и природосберегающих технологий. В развивающихся странах и странах с переходной экономикой необходимо обновление мощностей ТЭС на таком техническом уровне, который бы обеспечивал их экономическую эффективность и экологическую безопасность до замены их атомными электростанциями.

Паровые энергоблоки мощностью 400-1100 МВт, построенные в последние годы в Европе и Японии, со сжиганием в топках котлов пыли энергетических каменных углей достигли КПД - 44-45%. Повышение их экономичности обеспечено совершенствованием оборудования (котла, турбоустановки,

вспомогательных устройств), тепловой схемы и повышением параметров. Однако и такие энергоблоки не идеальны с экологической точки зрения (см. рис.1).

И все же, в результате совершенствования процессов сжигания и систем очистки газов паровые энергоблоки на угле могут удовлетворять самым строгим перспективным требованиям по выбросам в окружающую среду зола,  $\text{SO}_2$  и  $\text{NO}_x$ . Европейское экономическое сообщество финансирует, например, проработку перспективного “энергоблока 2010 г.”, на котором с использованием никелевых сплавов температура пара будет повышена до 700-720 °С, а КПД нетто составит 52-55%. Но это доступно пока только высокоразвитым странам.

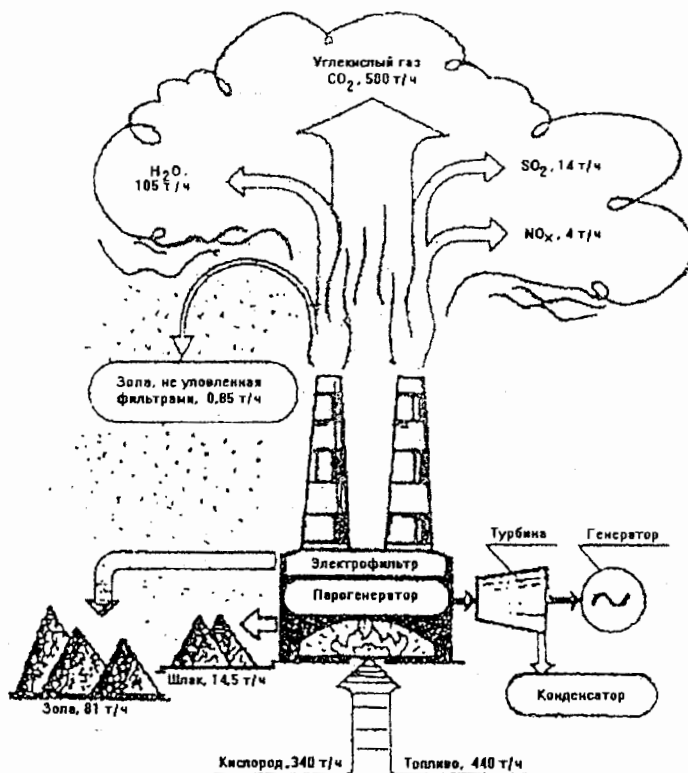


Рис.1. Материальный баланс современной угольной ТЭС мощностью 1000 МВт (эл.) с эффективностью очистки выбросов от твердых веществ 99%

Более широко прогнозируется развитие энергетических технологий на природном газе. Здесь признанными фаворитами являются парогазовые установки. Их единичная мощность достигла уже 400-500 МВт, а КПД - 57-58%. Разработаны ПГУ с КПД, превышающим 60%. Головные установки будут подготовлены для промышленного применения через 3-4 года. Используемые в них ГТУ уже изготавливаются или проходят испытания. При дальнейшем развитии ГТУ и включении их в цикл надстройки топливными элементами возможно повышение КПД до 70% и более [3,4].

Однако, поскольку запасы и газа, и нефти, и угля очень быстро истощаются, парогазовую энергетику нужно рассматривать как паузу, необходимую для создания АЭС нового поколения, совершенствования угольной и поиска альтернативной энергетики. Поэтому сейчас интенсивно разрабатываются ПГУ на угле: с прямым его сжиганием в кипящем слое под давлением (КСД) и с газификацией угля, глубокой очисткой искусственного газа и сжиганием его в камере сгорания обычной ГТУ.

В то же время небольшие ГТУ и топливные элементы могут быть достаточно экономичны для использования в децентрализованных системах электроснабжения при комбинированном производстве электроэнергии и тепла. Более сложным примером является объединение энергетического и, скажем, химического производств на базе, например, нефтеперерабатывающих комплексов. Топливом для такой энергоустановки могут быть тяжелые нефтяные остатки, газифицированные в интегрированной с ПГУ установке с получением синтезгаза, из которого после очистки выделяется часть водорода, используемого затем вместе с частью выработанного в ПГУ пара в технологическом процессе нефтеперерабатывающего комплекса. Таким образом, электроэнергия, тепло и водород производятся в одной установке из остатков продуктов нефтепереработки. В разработанной на перспективу правительственными организациями США программе “ВИДЕНИЕ 21” такие энерготехнологические комплексы рассматриваются как основа энергетики будущего [4].

Спеціалісти-медики утверджають, що здоров'я населення на 50% визначається соціальними умовами життя, на 30% - чистотою природної середовища і на 20% - умовами праці [19]. По ряду причин, і в першу чергу соціально-економічним, в Україні склалася предельно небезпечна екологічна ситуація. Практично на всій території з населенням близько 50 мільйонів в атмосфері фіксуються 10-кратні і більше високі перевищення предельно допустимих концентрацій окремих речовин. Максимальні антропогенні викиди на одиницю площі зафіксовані в Донецько-Придніпровському басейні і становлять 36 т/км<sup>2</sup> в рік, а в самому Донецьку - 108 т/км<sup>2</sup>, в Южному басейні - 7,1, а в Юго-Западному - 7,8 т/км<sup>2</sup>. ТЕС України щорічно в середньому на кожного громадянина викидають в атмосферу понад 60 кг шкідливих речовин (в Німеччині ці викиди становлять близько 30 кг) [14, 33]. Це результати неоправданого угольного стратегії розвитку енергетики України, розробленої в початку 90-х років [14,34-36]. Спроби обговорення і зміни цієї стратегії не досягли успіху [14,32,36,37]. Одним з головних проблем реалізації угольного стратегії є постійне зниження якості споживаного палива. Для забезпечення стабільної роботи котлів потрібно разом з вугіллям спалювати дорогі і дефіцитні мазут і газ (до 30%). Низька якість вугілля викликає прискорений знос обладнання.

Перехід на угольну стратегію розвитку енергетики в Україні привів до збільшення викидів (при незмінній потужності по їх подавленню) приблизно в 3,1 рази. Аналіз витрат на захист атмосфери показав, що починаючи з 2002 року всі генеруючі компанії витратять на подавлення викидів SO<sub>2</sub> близько 0,1-0,63 грн./Гкал. Якщо врахувати, що в даному випадку не враховані додаткові витрати на подавлення окислу азоту, золи і пилу, то можна прогнозувати додатковий суттєвий ріст витрат, що в середньому по генеруючим компаніям становитиме 0,4 грн./Гкал в 2002 році і 2,3 грн./Гкал в 2005 році [14].

В результаті такої стратегії енергетика України на кінець 1998 року мала 95,2% енергоблоків, обробляти свій розрахунковий ресурс (100 тис. годин), з яких 72,1% енергоблоків перевищили граничний ресурс (170 тис. годин) і 53,8% перебувають в експлуатації понад 200 тис. годин, що перевищує визначену в світовій практиці межу фізичного зносу і морального старіння [38]. При цьому слід зазначити, що дефіцит електроенергії в Україні відомий ще з кінця 80-х - початку 90-х років, незважаючи на те, що в 1990 році енергетика України виробила близько 300 млрд. кВт·ч. В 1998 році вироблено лише 172 млрд. кВт·ч. При такому стані в енергетиці і такому дефіциті електроенергії Україна почала створювати енергоринок, добре розуміючи, що в ринковій економіці не може бути обмежень і лімітування в купівлі-продажі. Це, звичайно, привело до загострення кризової ситуації в економіці в цілому [38,39].

### ВИВОДИ

1. Енергетика є тим центральним ланкою, концентруючись навколо якого відбувається структурна перебудова і створення нової української економіки. Тому енергетика повинна стати економічно вигідною, екологічно чистою і соціально безпечною;
2. Необхідна кількість електроенергії повинна бути визначена в результаті глибокого аналізу стану електроенергетики в країнах з стабільною економікою, в сусідніх країнах і в країнах, з економікою яких українська економіка намагається інтегруватися і конкурувати;
3. Стратегія розвитку енергетичної галузі і концептуальні рішення на окремі часові проміжки (до 2005, 2010, 2020 років і т.д.) необхідно розробляти з урахуванням проектування нових ТЕС (на базі суперсучасних котлів) і АЕС (з новими реакторами підвищеної безпеки) на термін експлуатації не менше 50-60 років;
4. Лише нові технології виробництва електроенергії і тепла можуть вивести економіку на шлях створення гідних соціальних умов життя, праці і чистої природної середовища [32].

### ЛИТЕРАТУРА

1. Балацкий О.Ф. Экономика чистого воздуха. - К.: Наук. думка, 1979. - 293 с.
2. Бесчинский А.А., Вольфберг Д.Б. К 75-летию мирового энергетического совета // Теплоэнергетика. - 1998. - №9. - С. 24-27.
3. Вольфберг Д.Б. Состояние и перспективы энергетики мира // Теплоэнергетика. - 1998. - №9. - С. 28-35.
4. Ольховский Г.Г. Пути развития мировой энергетики / По материалам 17-го конгресса МИРЭС. - Энергоинформ. - Информ. додаток №29. - №18(38). - 1999, вересень. - 8 с.
5. Лесков С. Прогнозы на XXI век. Климат на планете Земля. Мы стоим на пороге незнакомого мира. - Известия. - 1999, 31 декаб.
6. Изразль Ю.А. и др. Кислотные дожди. - Л.: Гидрометеоздат, 1983. - 206 с.
7. Кропф Л.И., Яновский Л.П. Экологические требования и эффективность золоулавливания на ТЭС // Теплоэнергетика. - 1983. - №9. - С. 19-22.
8. Бесламятов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. - Л.: Химия, 1985. - 528 с.
9. Бабий В.Ф. Современные тепловые электростанции как источник загрязнения атмосферного воздуха канцерогенными полициклическими ароматическими углеводородами и окислами азота // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. - 1986. - №10. - С. 24-39.
10. Данстер Х. Опасность малых доз облучения - наука или фантастика // Атомная техника за рубежом. - 1987. - №10. - С. 34-40.
11. Ильин Л.А., Павловский О.А. Радиологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС и меры, принятые с целью их смягчения // Атомная энергия. - 1988. - Т.65. - Вып. 2. - С.119-120.

## ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ

12. Флон Х. Повышенное содержание CO<sub>2</sub> в атмосфере // Атомная техника за рубежом. - 1988. - №9. - С. 43-47.
13. Афанасьев А.А., Ларин И.К., Лейпунский И.О., Руденко Ю.Н., Стырикович М.А., Тальрозе В.Л. Экологические проблемы энергетики / Материалы 2-го Двухстороннего семинара АН СССР - НАН США "Глобальные проблемы развития энергетики и связанные с ними экологические проблемы." - Албани, США. - 1990. - С. 41-58.
14. Телиженко О.М., Яструбинский В.И. Экономическая оценка влияния тепловых электростанций на окружающую среду, - Сумы, 1999. - 76 с.
15. Трофименко А.П. Атомная энергетика. Современное состояние и перспективы развития / Препринт ИЯИ НАНУ. - 1997. - 27 с.
16. Потепление грозит обернуться глобальной катастрофой. - День, 1999, 3 нояб.
17. Егоров Ю.А. Экология атомных электростанций // Теплоэнергетика. - 1991. - №12. - С. 7-13.
18. Конгресс Мирового энергетического совета (МИРЭС) // Теплоэнергетика. - 1993. - №6. - С. 2-7.
19. Вишневский И.Н., Трофименко А.П. Анализ экономических показателей и экологического воздействия различных источников энергии. - Одесса: Украинское ядерное общество, 1996.
20. Бушуев В.В., Воропай Н.И., Мастепанов А.М., Шафраник Ю.К. Энергетическая безопасность России. - Новосибирск: Наука, 1998. - 302 с.
21. Афанасьев А.А., Большов Л.А., Кархов А.Н. Экономическая эффективность АЭС нового поколения / Атомная энергия. - 1996. - Т.81. - Вып.2. - С. 114-123.
22. Фишер Д. История Международного агентства по атомной энергии. Первые сорок лет. - Вена. - 1997. - 550 с.
23. Абубекеров Р.А. Новый взгляд на стратегию производства электроэнергии в Украине. - Деловая Украина, №72 (324), 1995, 13 сент.
24. Пашин В.М., Петров Э.Л., Хазов Б.С. Подземные АЭС повышенной защищенности на основе использования апробированных оборудования и технологии судостроения / Атомная энергия. - 1995. - Т.78. - Вып.4. - С. 280-281.
25. Карелин А.И. Проблемы и перспективы развития ядерной энергетики / С-Пб. Радиохимия. - 1996. - Т.38. - С. 289-299.
26. Домашев Е.Д. О возможности развития атомной энергетики в Украине // Промтеплотехника. - 1998. - Т.20. - №3. - С. 42-49.
27. Петров Э.П. Подход к решению проблемы атомных станций. - В кн.: Шлемов А.И. Микромир. Вселенная. Жизнь. - С-Пб., 1998. - С. 173-190.
28. Карелин А.И., Домашев Е.Д., Абубекеров Р.А. Атомная энергетика на пороге XXI века // Промтеплотехника. - 1998. - Т.20. - №5. - С. 37-41.
29. Афанасьев А.А. Воздействие энергетики на окружающую среду / Препринт ИБРАЭ РАН. - NIBRAE-98-14. - М. - 1998. - 56 с.
30. Карелин А.И., Карелин В.А., Домашев Е.Д. О целесообразности сжигания плутония в реакторах на тепловых нейтронах и возможности фторидной переработки отработавшего топлива // Промтеплотехника. - 1998. - Т.20. - №6. - С. 58-62.
31. Абубекеров Р.А., Домашев Е.Д., Карелин А.И. О целесообразности создания замкнутого ядерного топливного цикла в Украине // Промтеплотехника. - 1999. - Т.21. - №1. - С.32-45.
32. Банников Ю.А., Абубекеров Р.А., Домашев Е.Д., Недин И.В., Столяров В.Ф., Шрайбер А.А. Энергетическая безопасность Украины // Энергетика та ринок. - 1999. - №1(9) - 22(10). - С. 22-29.
33. Сігал О. Енергоекологія України // Монтаж + технологія. - 1998. - №3. - С. 18-21.
34. Гонкаль В.Е., Кулик М.Н. Анализ состояния и перспективы развития электроэнергетики Украины // Проблемы энергосбережения. - 1995. - №1. - С. 23-32.
35. Лукинов И. Макроструктурные приоритеты // Экономика Украины. - 1996. - №6. - С. 14-30.
36. Банников Ю.А., Абубекеров Р.А., Домашев Е.Д. и др. Парадоксы проекта "Национальная энергетическая программа Украины до 2010 г." и ее возможные последствия для украинской экономики. - Деловая Украина, №6(360), 1996, 26 янв.
37. Недин И.В. Спасет ли уголь Украину. - Деловая Украина, 1998, 4 марта.
38. Плачков І.В., Шидловський А.К., Стогній Б.С., Кулик М.М., Дупак О.С. Сучасний стан і перспективи розвитку електроенергетики України // Енергетика і електрифікація. - 1999. - № 5. - С. 1-15.
39. Княжанский В. "Чрезвычайно" громкие слова. - Дсьн, 2000, 19 янв.