

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

ХАРЬКОВСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ
ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

ЦЕНТР ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

В.А.Маляренко, И.А.Немировский

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АУДИТ

*Под редакцией профессора
Маляренко В.А.*

*Рекомендовано
Министерством образования и науки Украины
в качестве учебного пособия для студентов
технических вузов*

Харьков
2008

УДК 625.311:502.5

*Гриф надано Міністерством
освіти і науки України
(Лист від 9 липня 2008р № 1.4/18-Г-1701)*

Маляренко В.А., Немировский И.А. Энергосбережение и энергетический аудит. Учебное пособие / Под ред. проф. Маляренко В.А. . – Харьков: ХНАГХ, 2008. – 253с. с прил.

Рецензенты: *Варламов Г.Б.* – д.т.н, профессор, Национальный технический университет Украины «КПИ»
Редько А.Ф. – д.т.н, профессор, Харьковский государственный университет строительства и архитектуры
Кайлюк Е.Н. – к.т.н., профессор, Харьковская национальная академия городского хозяйства

Рассмотрено состояние, экологические и экономические аспекты энергетики и пути ее развития. Показана роль энергосбережения, энергетического менеджмента и аудита в повышении эффективности использования первичных топливно-энергетических ресурсов и энергоснабжения.

Изложены нормативная база, принципы и методика проведения энергетического аудита основных систем энергоснабжения: тепло- и водоснабжения; электроснабжения, включая основное энергопотребляющее оборудование, сети, трансформаторные подстанции и освещение.

Приведены сведения о конструкциях энергопотребляющего оборудования; источниках потерь энергии, методах сокращения энергозатрат. Представлены рекомендации и конкретные примеры энергосберегающих технологий, расчеты экономической эффективности от их внедрения, а также необходимый справочный и нормативный материал.

Для студентов, аспирантов, преподавателей, научных и инженерно-технических работников.

Рекомендовано Министерством образования и науки Украины в качестве учебного пособия для студентов технических высших учебных заведений .

ISBN 966-695-085-5

© Маляренко В.А., Немировский И.А, 2008

ВВЕДЕНИЕ

Энергосбережение как практическая деятельность и важная составляющая научного направления «энергетика» начало развиваться в конце 20 столетия. Этому предшествовали две волны энергетического кризиса 70 – 80 г.г. прошлого столетия, осознание человечеством экологической опасности в результате техногенной деятельности, а также ограниченность природных ресурсов, в частности, органического топлива.

Термин «энергосбережение» охватывает широкий спектр технических и экономических проблем, хотя не совсем четко отражает цели и задачи этого научного и практического направления инженерной деятельности. Правильнее говорить об эффективном использовании энергии. Задача, стоящая перед специалистом в области энергосбережения – развитие технологий, методов, технических решений и экономических механизмов, способствующих эффективному использованию энергетических ресурсов.

Украина одним из первых государств постсоветского пространства еще в 1994г. приняла закон «Про енергозбереження», который определил объекты и субъекты правового регулирования отношений в сфере энергосбережения, а также необходимость разработки соответствующих программ. В качестве основополагающих была сформулирована обязательность знаний в сфере энергосбережения и экологии для должностных лиц, деятельность которых связана с производством, транспортом, потреблением энергоресурсов и введение в программы учебных заведений курсов по основам энергосбережения. Был создан Государственный Комитет по энергосбережению (в настоящее время «Национальное агентство по эффективному использованию энергоресурсов») и исполнительный орган – Государственная инспекция по энергосбережению с территориальными управлениями в каждой области. Разработана и утверждена Комплексная программа энергосбережения, которая позволила оценить потенциал энергосбережения Украины по отношению к объему потребляемых энергоносителей, наметить по каждой отрасли конкретные предложения, позволяющие достичь намеченный уровень энергоэффективности. Разработанные на протяжении 1994– 1998 гг. стандартные рабочие документы (Указы Президента, Постановления Кабинета Министров Украины, методические указания) позволили создать нормативно-правовую базу энергосбережения.

Хорошо известно, что основой экономики любого государства являются наличие энергетических ресурсов (потенциальных источников энергии), энергетическая безопасность и энергонезависимость. В международной практике принят ряд критериев, определяющих уровень развития и экономической стабильности государства. Основными из них являются потребление электроэнергии на душу населения и энергоемкость валового национального (внутреннего) продукта (кг.у.т./грн.), которая определяется

выражением $E = \frac{A}{P}$, где A - совокупное потребление конечных энергоресурсов, кг.у.т., P – объем валового национального продукта (гривна, доллар или другая национальная валюта).

Совокупное потребление топлива можно представить как:

$$A = B + 0,172W + 0,364Q, \text{ кг.у.т.},$$

где B – потребление топлива, кг.у.т., W – потребление электроэнергии, тыс.кВт•ч, Q – потребление теплотенергии, Гкал. Коэффициенты перед W и Q определяют перевод в условное топливо Гкал и кВт•ч с учетом средних значений КПД установок по выработке теплотенергии и электроэнергии.

В настоящее время по этим показателям Украина находится на достаточно низком уровне среди стран мира, особенно по энергоемкости ВВП, которая составила в 2001 г. 0,907 кг.н.э./\$, а в 2006г. – 0,89 кг.н.э./\$, что более чем в 4 раза выше чем в развитых странах. Таким образом, задача снижения энергоемкости является основной для обеспечения энергонезависимости Украины.

В глобальном масштабе энергосбережение является неотъемлемой частью космопланетарной системы, включающей природные и искусственные (созданные человеком) энергетические системы, предназначенные для получения, преобразования, распределения и потребления в общественном производстве энергетических ресурсов.

По оценкам специалистов, потенциал энергосбережения в Украине составляет порядка 42 – 46 % от потребления энергетических ресурсов, т.е. рациональное использование энергетических ресурсов практически позволяет отказаться от импорта топлива в Украину. Основными направлениями деятельности в этой области является использование:

- вторичных энергоресурсов (ВЭР), в первую очередь, высокотемпературных тепловых (ТВЭР) и горючих (ГВЭР), с дальнейшим производством тепловой или электрической энергии и путем внедрения процессов когенерации;
- низкотемпературных ТВЭР с применением, например, тепловых насосов;
- нетрадиционных и возобновляемых источников энергии;
- повышения энергоэффективности энергопотребляющего оборудования;
- организации и внедрения энергетического менеджмента.

Энергетический менеджмент – это система управления энергопотоками в области производства и потребления энергоресурсов, которая, в отличие от энергоаудита, является постоянно действующей системой.

Процесс мониторинга основан на статистической обработке информации за определенный, обеспечивающий достоверность информации, период времени, основанный на методе коммулятивной суммы.

Стартовой позицией организации энергоменеджмента является энергоаудит, в результате проведения которого выявляются закономерности расхода энергоносителей на единицу продукции и даются экономически обоснованные рекомендации по внедрению возможностей энергосбережения с ранжированием их по срокам окупаемости на организационные (беззатратные и малозатратные), средnezатратные и высокозатратные (инвестиционные).

Энергетический аудит как вид практической деятельности, направленной на повышение эффективности использования энергоресурсов, развивается в Украине относительно недавно. Его проведение нуждается в специалистах, обладающих большим объемом теоретических знаний и практических навыков в ряде направлений, таких как «Энергетика и энергетическое машиностроение», «Электротехника и электромеханика», «Менеджмент».

В настоящее время имеется достаточно ограниченное количество учебной и методической литературы, интегрирующей программы профессиональной направленности указанных направлений. В данном учебном пособии авторами сделана попытка заполнить существующий пробел на основе объединения программ профессиональной подготовки нескольких специальностей, а именно: «Теплоэнергоменеджмент», «Энергетический менеджмент», «Менеджмент».

В учебном пособии обобщаются тенденции развития мировой и украинской энергетики, анализируется назначение и возможности политики энергосбережения как главного ресурса повышения эффективности энергоснабжения и энергопотребления, а также рассматриваются роль в решении указанных вопросов энергетического аудита. Представлены рекомендации и конкретные примеры энергосберегающих технологий, расчеты экономической эффективности от их внедрения, основанные на энергоаудите и имеющие важное практическое значение.

Каждая глава посвящена характеристике одной из систем энергоснабжения предприятий и других потребителей, содержит краткие сведения об оборудовании, методах расчета необходимого количества энергоносителей, потерях энергии и пути их устранения. Представлен значительный информационный материал по методическим аспектам проведения энергоаудита, базирующийся на практическом опыте авторов. Главы завершаются контрольными вопросами, списком литературных источников, содержат необходимый справочный и нормативный материал.

Учебное пособие предназначено, в первую очередь, для студентов и аспирантов ВУЗов специальностей «Теплоэнергоменеджмент» и «Энергетический менеджмент». Может быть полезно для преподавателей, специалистов – энергоменеджеров, а также работников энергослужб промышленных и коммунальных предприятий.

ЧАСТЬ I. ЭНЕРГЕТИКА. ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Глава 1. Структура и тенденции развития энергетики

1.1. Роль энергетики в развитии цивилизации

История человечества и становления цивилизации - это история развития энергетики и освоения энергии человеком, весь продолжительный процесс которой условно можно разделить на пять этапов.

Первый этап - этап мускульной энергии, который начался много тысячелетий назад и длился до V-VII ст.н.э. Великим достижением этого периода явилось овладение огнем, ознаменовавшее один из важнейших переломных моментов в истории цивилизации. Постепенно люди стали использовать силу животных, энергию ветра и воды. К началу нашего летоисчисления относится запуск первой мельницы с колесом, которое приводилось в движение кинетической энергией водяного потока.

Второй этап (VII-XVII ст.) – начинается с освоения энергии ветра и воды. К XI ст. относится первый опыт использования водяных и ветряных мельниц. Появляются прядильные и ткацкие станки, маслобойные и бумагопроизводящие машины, лесопильные установки. Все это требовало огромного количества металла, а также - энергии. Для производства большого количества древесного угля сводили на нет огромные площади лесов. Возникает первый серьезный экологический кризис антропогенного происхождения, связанный с развитием промышленности. Появилась потребность в новых, более мощных и постоянно действующих приводах, которые не зависели бы от размещения и времени года. Выход из этого энергетического кризиса был найден с помощью овладения «движущей силой огня» для нагрева и испарения воды, а также применение силы сжатого пара. Наступила эра третьего этапа в развитии энергетики.

Третий этап (от XVIII к началу XX ст.) связан с более широким применением огня, источником которого является химическая энергия топлива, накопленного в литосфере: каменного угля, нефти, газа, горючих сланцев и т.п..

К середине XVIII ст. были реализованы давние попытки получить механическую энергию за счет тепловой: 1755 г. - английский кузнец Томас Ньюкомен конструирует первую практически полезную паровую машину, 1763 г. - русский изобретатель Иван Ползунов создает оригинальную равномерно работающую паровую машину. У паровых машин того времени было много недостатков: большие размеры и масса, очень низкий коэффициент полезного действия, узкая сфера применения и др.

Развитие капитализма в XVII-XVIII ст. обусловило зарождение науки, которая сформулировала первые законы создания энергетических двигателей. Промышленная революция, как часто называют эту эпоху больших открытий, коренным образом изменила жизнь на нашей планете. Главным следствием этого стало окончательное падение феодализма и укрепление капиталистических производственных отношений.

Во второй половине XVIII ст. в Англии Джеймс Уатт разработал прообраз современной паровой машины непрерывного действия, которая «раскрутила» колесо истории до небывалых в то время оборотов. В Англии, а потом в континентальной Европе и Северной Америке быстро распространились паровые машины. Получаемую с их помощью энергию стали использовать для приведения в движение заводских механизмов и агрегатов.

Возникают первые тепловые машины-двигатели. Далее научная конструкторская мысль приводит к созданию двигателей внутреннего сгорания, паровых, газовых и парогазовых стационарных турбин, авиационных и транспортных газовых турбин, реактивных и ракетных двигателей. Но все это будет намного позднее, а пока началось «золотое столетие водяного пара».

Наряду с развитием практической теплотехники развиваются ее теоретические основы - теория тепловых двигателей или, как ее теперь называют, техническая термодинамика. Уже в XIX столетии на основе наблюдений за тепловыми явлениями и работой тепловых машин Джоуль, Майер, Гельмгольц, Карно, Клаузиус установили первый и второй законы термодинамики, которые легли в основу этой фундаментальной дисциплины, изучающей взаимное преобразование тепловой и механической энергии.

Однако даже такой быстрый рост количества паровых машин и их непрерывная модернизация до конца XIX ст. уже были не в состоянии удовлетворить потребности экономики в энергетических мощностях. Очевидными стали недостатки первых паровых машин: низкий КПД, большой расход топлива, передача механической энергии от машин к станкам через сложные и ненадежные системы трансмиссий, неблагоприятные экологические последствия. Атмосфера городов с тысячами заводских дымовых труб становится непригодной для жизни.

Но, как свидетельствует история, из кризисных явлений всегда есть выход. В 1831 г. был открыт способ преобразования механической энергии в электрическую. Начинается новая эра - эра электричества.

Четвертый этап (с начала XX ст.) - золотое столетие электричества. В XX ст. электричество вступило в права основного энергодателя, энергопреобразователя и энергопередатчика. Тем самым был дан сильный толчок к использованию тепловой энергии и тепловых двигателей, появлению и широкому применению электрических машин и моторов, в которых механическая энергия превращается в электрическую и наоборот. Очевид-

ными стали преимущества электрической энергии по сравнению с механической: быстрота и относительно малые потери при ее передаче на большие расстояния, относительная простота преобразования в другие виды энергии.

Появление тепловых двигателей обеспечило широкое использование для получения механической энергии огромных природных энергетических ресурсов в виде угля, нефти, газа, горючих сланцев, торфа и т.п. Успехи по созданию машин и двигателей, которые вырабатывают за счет тепловой энергии электрическую, обусловили быстрое развитие мощных тепловых электрических станций, преобразующих тепловую энергию в механическую, а потом в электрическую.

Вместе с тем, благодаря научным открытиям XX ст., человечество вступило в новую эпоху - эпоху использования атомной энергии.

Пятый этап - создание и развитие атомной энергетики.

Атомная энергетика основывается на расщеплении тяжелых ядер некоторых химических элементов (урана, плутония, тория). В результате попадания в ядро нейтрона развивается цепная реакция с выделением огромного количества энергии (теплоты). Один из трех названных элементов - плутоний - распространен на Земле в ничтожно малых количествах. На современных атомных электростанциях ядерным топливом служит обогащенный природный уран и искусственно получаемый плутоний. Торий, запасы которого больше, чем урана, пока еще не применяют в ядерной энергетике, рассматривая его как перспективное ядерное топливо. Ядерные реакции с огромным выделением энергии могут происходить также в результате синтеза ядер элементов, у которых маленький атомный вес, например изотопов водорода - дейтерия и трития. Но это уже - термоядерная реакция.

Каждый исторический этап развития науки и техники ставит перед учеными и инженерами много проблем. Одна из основных проблем современности и ближайшего будущего - обеспечение человечества достаточным количеством энергии. Проблема эта довольно острая, так как имеет не только сугубо технический характер. Слова *энергия* и *энергетический кризис* каждый день произносят с экранов телевизоров, не сходят со страниц журналов и газет, не говоря уже о специальных изданиях.

Энергетическая ситуация в отдельных государствах существенным образом влияет на жизненный уровень и культуру населения, сказывается на внутренней и внешней политике. Страны без ТЭР прилагают огромные усилия, чтобы обеспечить себя необходимыми источниками энергии. Страны - экспортеры нефти, нефтяные монополии получают огромные прибыли и сверхприбыли. С другой стороны, отдельные страны вынашивают политические и военные планы перераспределения и сохранения нефтяных и газовых промыслов. Понятие *нефтяное эмбарго* вызывает панику в целом ряде стран и становится орудием экономического и полити-

ческого шантажа. Все чаще возникают вопросы: «Как жить дальше без нефти и газа? Чем отапливать жилье и производственные помещения? Как обеспечить работу машин и агрегатов? Как поддерживать технологические процессы? Откуда брать энергию, каждый день все больше энергии?»

1.2. Структура и тенденции развития энергетики

Особенно наглядно это проявилось во время энергетических кризисов, поразивших развитые капиталистические страны в 70-80-е годы XX столетия. Именно они определили более серьезное отношение к проблемам энергоэффективности, сформировали новую энергетическую стратегию как в мире, так и в отдельных странах. Наглядным стал тот факт, что нельзя быть независимой державой не обеспечив ее энергетическую независимость. Решить данную проблему весьма сложно, и пути ее достижения могут быть разными. Но обязательным условием является повышение эффективности использования первичных топливно-энергетических ресурсов.

Одним из основных видов топлива в мире являются продукты переработки нефти. Как наиболее калорийный вид топлива нефть является основным эквивалентом по отношению к другим видам топлива. Наиболее дешевой является нефть, добываемая на Ближнем Востоке (Ирак, Кувейт, Эмираты), себестоимость 1 барреля которой составляет, примерно, 2-3 \$, в то время как себестоимость российской нефти, примерно, 12\$ за баррель. Страны поставщики нефти объединены в организацию ОПЭК, благодаря чему могут устанавливать цены на мировом рынке.

Если вернуться к энергетическому кризису 70-80 гг. XX ст., то он ни в какой мере не был связан с дефицитом или сокращением запасов ТЭР. Причины этого глобального кризиса крылись в политических проблемах Ближневосточного региона, попыткой экономического давления на основных покупателей нефти.

Тем не менее, сам факт энергетического кризиса заставил развитые промышленные страны обратить внимание на необходимость снижения потребления энергии при сохранении уровня производства, что стало толчком к резкому повышению интереса к энергосберегающим технологиям и оборудованию. Уже к концу XX века такие страны как Япония, Германия, США и другие, снизили более чем вдвое затраты энергоносителей в металлургической, автомобильной и других сферах, определяющих их экономику, при двукратном росте валового национального продукта.

Бурное развитие получили научные разработки по использованию ядерной энергии и внедрению нетрадиционных и возобновляемых источников.

1.3. Топливо – энергетический комплекс

Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) – один из важнейших и четко организованных комплексов любой национальной экономики. Это единая система энергоснабжения страны, которая охватывает совокупность процессов производства, преобразования, транспорта и распределения топливо-энергетических ресурсов (ТЭР). Главная цель функционирования ТЭК - эффективное и надежное обеспечение потребностей народного хозяйства энергией соответствующего качества (электрической и тепловой), а также в виде тех или иных энергоносителей и рабочего тела.

ТЭК состоит из двух основных экономически самостоятельных отраслей: энергетики и топливной промышленности. Энергетическая промышленность охватывает совокупность процессов производства, транспортирования и распределения электрической и тепловой энергии на АЭС, ТЭС, ГЭС и гидроаккумулирующих электростанциях (ГАЭС) с использованием линий электропередач, электрических и тепловых сетей, котельных и утилизационных установок.

Кроме названных мощных объектов энергетики существует значительное количество малых систем теплоэлектрогенерирования, которые сосредоточены в районах больших городов, населенных пунктов и различных объектах промышленности. Это - районные отопительные и отопительно-производственные котельные, заводские ТЭС, ТЭЦ и котельные, промышленные печи, автономные теплоцентрали, предназначенные для обслуживания нескольких домов и сооружений, индивидуальных строений и т.п. Все эти энергогенерирующие объекты малой мощности имеют признаки (единой) отдельной отрасли со своей продукцией в виде тепловой и электрической энергии, потребностями в топливе, оборудовании, материалах, инвестициях, а также своим вкладом в обострение экологической обстановки.

Этот своеобразный ТЭК называют Малой энергетикой. Его можно расширить за счет нетрадиционных и возобновляемых источников энергии: установок и сооружений, которые используют солнечную энергию, энергию ветра, геотермальную энергию, энергию Мирового океана, биомассы, низкопотенциальную энергию и т.п..

Малая энергетика является наиболее топливоемкой отраслью Украины. Так, в конце XX столетия только объекты коммунальной энергетики использовали в год более чем 65 млн т условного топлива (т у.т.)*, вырабатывая 250 ГДж** тепловой энергии. При том, что тепловые электростанции Украины вырабатывали 324 ГДж тепловой энергии, затрачивая на это почти 80 млн т у.т. из 300 млн т у.т, потребляемого ежегодно экономикой Украины.

*т.у.т. – тонна условного топлива с теплотой сгорания 29300 кДж/кг

** 1ГДж = 10⁹ Дж

Важной составной частью ТЭК являются топливная и топливoperерабатывающая отрасли, охватывающие совокупность процессов добычи первичного топлива и его переработки. Тенденции и объемы добычи в Украине отдельных видов органического топлива представлены в табл. 1.1.

Таблица 1.1. - Баланс (в том числе прогнозируемый) добычи органического топлива в Украине

Вид топлива	Показатели	1990	1995	2000	2005	2010	2030
Уголь, млн.т.	Товарный уголь	164,8	83,58	62,4	64,6	81,9	130,3
	Собственная добыча	-	-	-	56,9	72,7	115,7
	Импорт	-	-	-	7,7	9,2	14,6
Нефть млн.т.	Добыча всего	5,25	4,09	3,69	4,3	8,7	14,6
	- из собственных запасов	5,25	4,09	3,69	4,3	5,1	5,4
	- за пределами Украины	-	-	-	-	3,6	9,2
Газ, млрд.м ³ .	Ресурсы газа всего	28,1	18,12	17,9			
	Добыча	28,1	18,12	17,9	76,4	67,6	49,5
	- из собственных запасов	-	-	-	20,5	23,2	28,5
	- за пределами Украины	-	-	-	0	2,3	11,6
	Импорт	-	-	-	55,9	42,1	9,4
	Потребление	-	-	-	76,4	67,6	49,5

В перерасчете на условное топливо в Украине в 1990 г. всего было добыто 163,1 млн т у.т, в том числе: уголь - 74,8 %; газ - 19,8 %; нефть - 4,8 %; торф и дрова - 0,6 %. В 1994 г. общая добыча составляла 99,2 млн т у.т. : уголь - 71,8 %; газ - 21,3 %; нефть - 6 %; торф - 0,4 %; дрова - 0,5 %. Сравним эти цифры с рекордной добычей в Украине прошлых лет, в натуральном выражении: уголь (1976 г.) - 218 млн т; нефть, включая газовый конденсат (1972 г.) - 14,4 млн т; природный газ (1975 г.) - 68,7 млрд м³, которые свидетельствуют о высоком топливно-энергетическом потенциале Украины.

Далее приведена краткая характеристика топливодобывающей отрасли ТЭК Украины.

Угольная промышленность. Разведанные запасы угля составляют 46,7 млрд. т, из них коксующихся - 13,9 млрд. т (29,8 %), антрацитов - 7,0 млрд. т (15 %), и сосредоточены в таких регионах Украины:

- Донецкий бассейн: балансовые ресурсы каменного угля - 43,0 млрд. т, коксующегося - 13,5 млрд. т, антрацитов - 7,0 млрд. т; действующих шахт - 261;

- Львовско-Волынский бассейн: балансовые ресурсы каменного угля - более 1,0 млрд. т, коксующегося - 0,4 млрд. т; действующих шахт - 17;
- Днепровский бассейн: промышленные запасы бурого угля - 2,28 млрд. т; из них пригодных для разработки открытым способом - 0,54 млрд. т; действующих шахт - 6, разрезов - 7.

Как видно из табл. 1.1, начиная с 1990 года, добыча угля в Украине постоянно падала. Это объясняется не только экологическим кризисом, сколько старением шахтного фонда, осложнением горно-геологических условий добычи. На глубоких горизонтах (более 600 м) работают около 60 % шахт, добывающее более половины украинского угля; из которых более 80 % являются газоносными.

По последним экспертным оценкам, запасов угля промышленной категории в Украине хватит еще на 250-300 лет. Но чтобы их освоить, требуются инвестиции и новые технологии, высокоэффективные и экологически чистые. Тем более, что удельные затраты энергоресурсов на добычу 1 т угля составляют: тепловой энергии - 89,1 Мкал, электроэнергии - 125,1 кВт ч. На обогащение 1 т угля тратят 10,3 кВт ч электроэнергии, на производство 1 т угольных брикетов: тепловой энергии - 1267,8 Мкал, электроэнергии - 66,5 кВт ч.

Газовая промышленность. Балансовые запасы природного газа (нефтяного газа) в Украине составляют 1460,2 млрд. м³, внебалансовые - 2,1 млрд. м³. Более 75 % всей добычи природного газа приходится на Днепровско-Донецкую, Прикарпатскую и Причерноморско-Крымскую газонефтяную области (соответственно 85, 10 и 5 %). Новые месторождения характеризуются небольшими запасами газа и сложной геологической структурой.

Удельные потери энергоресурсов на транспорт 1 млн. м³ природного газа по магистральным газопроводам Украины составляет: тепловой энергии - 3,5 Мкал, электроэнергии - 8,8 кВт ч.

Нефтедобывающая промышленность. Разведанные запасы нефти в Украине составляют около 4 млн. т, сосредоточенные в Западном (39 месторождений), Восточном (73) и Южном (8) регионах: всего 122 нефтяных месторождения, из которых 84 находятся в промышленной разработке. Запасы газового конденсата составляют 80,3 млн. т и сосредоточены в 133 месторождениях, из которых 73 - в промышленной разработке. Для нефтедобычи характерен спад производства, связанный, прежде всего, с производством действующих и недостатком открытых за последние годы больших и средних месторождений. Запасы разведанных месторождений незначительные и находятся на больших глубинах. Удельный расход электроэнергии на транспортировку 1 т нефтепродуктов по 1 км магистральных нефтепроводов - 10,4 кВт ч.

Нефтеперерабатывающая промышленность. В Украине действует шесть нефтеперерабатывающих заводов общей годовой мощностью 61 833 тыс. т (Кременчугский - 18 625 тыс. т, Херсонский - 8 643, Одесский - 3 917, Дрогобычский - 3 880, Надворнянский - 3 367, Лисичанский - 23 461), уровень переработки - 53-54 %.

Удельный расход энергоресурсов на переработку 1 т нефти, включая газовый конденсат, составляет: тепловой энергии - 196,0 Мкал; электроэнергии - 53,6 кВт ч (66,3 кг у. т.).

Торфяная промышленность. Несмотря на общие балансовые запасы в 734,8 млн. т, сосредоточенные преимущественно в Ровенской (18 %), Волынской (18 %) и Черниговской областях (13 %), добыча топливного торфа весьма нестабильна. Основная продукция торфяных заводов - торфяные брикеты, кусковой торф для отопления, торф для удобрений.

Атомная промышленность. В Украине отсутствует замкнутый цикл производства ядерного топлива, хотя по различным оценкам разведанных запасов урановых руд может хватить для производства ядерного топлива на срок от 50 до 150 лет. Украинский уран после очистки содержит всего 0,7 % урана-235, тогда как атомные реакторы требуют 4 %.

По данным Всемирной энергетической конференции, чтобы обеспечить современные потребности в топливе и энергоресурсах, человечеству хватит: нефти - на 30 –70 лет, природного газа – на 50–70 лет, угля - на 400 – 600 лет; топлива для АЭС - на тепловых нейтронах на 25 – 120 лет, на быстрых – на 800 –1 000 лет.

С учетом отсутствия в Украине замкнутого топливно-ядерного цикла и экологической опасности АЭС более перспективным из энергоносителей в будущем остается уголь (табл. 1.2).

Таблица 1.2. – Мировые ресурсы энергоносителей

Энергоносители	2000г.	.2001г.	2002г	2003г
Нефть млрд. т	140,83	145,5	143,05	142,7
Природный газ, трл куб. м	146,45	145,19	155,64	155,78
Уголь, млрд. т	984,453	984,453	984,453	984,453

Но развитие энергетики на продолжительную перспективу не может быть ориентировано только на использование угля, хотя сейчас многие государства построили свой ТЭК именно на угле. Но и эти страны, прежде всего США, Германия, Япония, Италия, Дания, Испания, интенсивно ищут новые технологии, основанные на использовании нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (табл. 1.3.).

Таблица 1.3. – Мировое потребление первичных ТЭР

Энергоносители	Потребление первичных энергоресурсов, млрд. т.у.т								Структура потребления, %			
	1999 г.	2000 г.	2020 г. прогноз			2030 г. прогноз			1999г	2000г	2020г прогноз	2030г прогноз
			мин	мах	возм	мин	мах	возм				
всего	11,2	13,0	16,5	23	19,1	17,9	26,1	21,0	100	100	100	100
В т.ч												
В.т.ч. твердое топливо	3,25	3,7	4,8	6,9	5,75	5,13	7,4	6,1	29	28,5	30	29
Нефть	4,4	5,0	6,1	7,8	6,6	6,45	8,9	7,3	39	38,5	34,6	34,8
газ	2,5	2,9	3,9	5,7	4,6	4,2	6,7	5,2	22	22,3	24,1	24,8
Атомная энергетика	0,8	0,9	1,0	1,7	1,35	1,06	1,9	1,3	7,0	6,9	7,1	6,2
Гидроэнергетика	0,3	0,35	0,5	0,55	0,5	0,58	0,65	0,6	2,7	2,7	2,7	2,6
Нетрадиционная и др. виды энергии	0,05	0,15	0,2	0,35	0,3	0,48	0,55	0,5	0,4	1,1	1,6	2,3

1.4. Структура топливо – энергетических ресурсов и их потребления

Сегодня перед человечеством в особенно остро стоят три важные взаимозависимые проблемы – обеспечение питанием, энергией и экологическая безопасность. В их решении особое место принадлежит энергетике, уровень развития которой определяет экономическое состояние, упадок или процветание общества, а также состояние окружающей среды.

Особое значение приобретает изучение образования и влияния на окружающую среду вредных выбросов в процессе производства тепловой и электрической энергии, разработка методов и технических средств их нейтрализации. Актуальность этих проблем определяет несовершенство энерготехнологий и высокие темпы использования ТЭР, общее представление о мировом использовании которых за последние сто лет дает табл. 1.4.

Таблица 1.4. – Использование энергоресурсов в мире

Показатели	1900	1950	1970	1990	2000
Суммарное энергоиспользование, млрд. т	0,95	2,86	7,3	17,0	30,0
Население, млрд. чел	1,62	2,5	3,6	4,6	6,0
Удельные энергозатраты (т у. т. на 1 человека в год)	0,59	1,16	2,03	3,7	5,0

Структуру потребления ТЭР отображает топливно-энергетический баланс (ТЭБ), который характеризует распределение разных первичных энергетических ресурсов во всех областях народного хозяйства в процентах или в эквивалентных единицах. Сравнительное потребление ТЭР отдельными странами (Украиной, Великобританией и Финляндией) приведено в табл. 1.5.

Таблица 1.5. – Сравнение структуры потребления ТЭР разными странами (конец XX века)

Государство	Распределение ТЭР, %					
	Твердое топливо	Нефть	Газ	Ядерное топливо	Другие виды	Всего (Мт н.э.)
Украина	32	16	41	11	0	106,5
Великобритания	23	34	32	10	1	219,3
Финляндия	36	27	10	18	9	30,8

* Мт н.э. – мегатонна (10^6 т) нефтяного эквивалента (1 т н.э. = 41,86 ГДж).

Как видно из табл. 1.5, 1995 г. общий объем ТЭР в Украине на конец XX века составлял 106,5 Мт н.э. в сравнении с 219,3 Мт н.э – в Великобритании и с 30,8 Мт н.э – в Финляндии.

Потребление твердого топлива, особенно угля, растет в Украине и находится на том же уровне, что и в Великобритании. Меньшее количество нефти, потребляемой в Украине обусловлено прежде всего меньшим количеством автотранспортных средств. Рост потребления природного газа в Великобритании для производства электроэнергии связан с уменьшением использования угля.

Интересна система получения энергии Финляндии, которая в сравнении с украинской, более универсальна, так как основана на различных источниках энергии. Если «твердое топливо» Украины и Великобритании - это преимущественно уголь, то для Финляндии в 36 % твердого топлива входят: угля - 11 %, топливо из древесины (включая остатки переработки леса, древесный спирт, дрова) - 19 %, торф - 6 %. К другим видам энергоресурсов относятся 4 % - гидроресурсы, 3 % - импорт электрической энергии и биоэнергия.

Почти половина суммарного конечного потребления энергии (СКПЭ) Украины приходится на промышленность, которая характеризуется преобладанием энергоемких областей. Этим объясняются огромные затраты энергии, например, в металлургической промышленности. По сравнению с Великобританией, где «промышленность», «быт и сфера услуг» потребляют около 60 % СКСЕ, в Украине это потребление составляет более 90 %. Причем, вся энергетическая нагрузка приходится на промышленные регионы Украины, прежде всего на большие города. Именно техногенная нагрузка и связанные с ней экологические аспекты энергоснабжения и энергопотребления во многом определяют экологию больших городов и промышленных регионов.

Потребление энергоресурсов разделяют на четыре приблизительно одинаковые группы: промышленность, энергетика, транспорт и коммунально-бытовой сектор. Количественные соотношения этих групп различны для разных стран. Поэтому для сравнения используют уровень потребления энергоресурсов на душу населения, который в настоящее время составляет около 17 тыс. кВт•ч на человека в год.

Развитие энергопотребления определяется двумя тенденциями: возрастанием потребления энергоресурсов на душу населения и ростом населения. Возрастание потребления энергоресурсов зависит от развития науки и техники или состояния экономики. Если в середине XX ст. население Земли составляло 1,7 млрд. чел, то в конце оно превысило 6,0 млрд чел. Можно ожидать, что к середине XXI ст. на Земле будет жить приблизительно 10 млрд. чел.

В нынешних климатических условиях и при достигнутом уровне сельскохозяйственного производства Земля способна прокормить 15-20 млрд. чел. Если предположить, что до конца XXI ст. население Земли будет составлять 20 млрд. чел, а среднее потребление энергоресурсов на человека достигнет нынешнего уровня США (130 тыс. кВт•ч в год), то к 2100 г. на Земле будет потребляться ТЭР в 30 раз большее, чем в конце XX ст.

Обеспечить такие высокие темпы использования ТЭР можно: увеличением добычи традиционных ТЭР и разработкой наукоемких технологий наиболее полного и эффективного использования источников, которые раньше считались нерентабельными, разработкой энергосберегающих технологий в промышленности и развитием нетрадиционных источников энергии.

Показателями степени научно-технического развития общества и его благосостояния являются два основных энергетических критерия - энергопотребление на душу населения и энергоемкость ВВП, совокупность которых адекватно характеризует состояние экономики государства и благосостояние его населения. Как правило, высокоразвитые страны отличаются высоким уровнем энергопотребления на душу населения и низкой энергоемкостью ВВП (рис. 1.1).

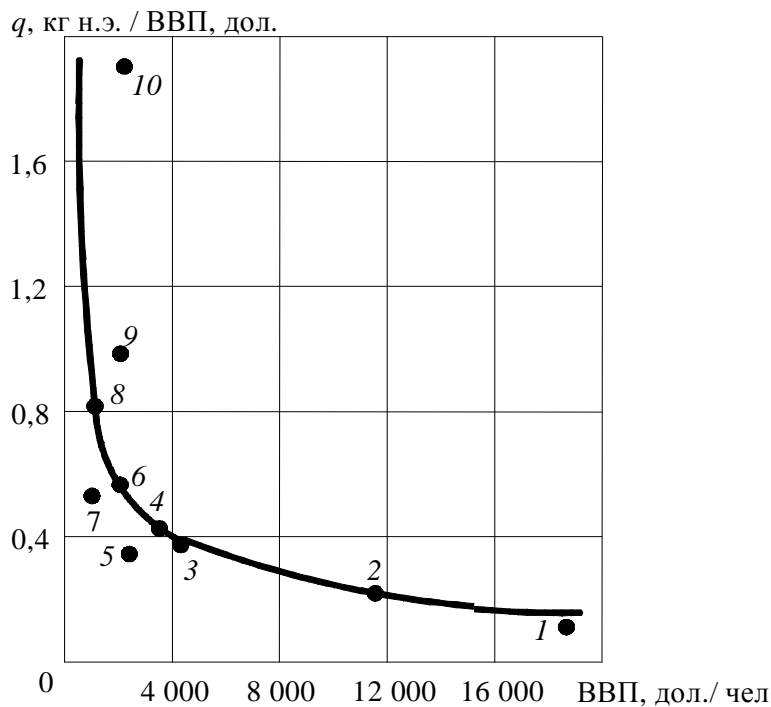


Рис. 1.1 - Зависимость энергоёмкости ВВП от его удельного показателя для разных регионов мира (2000 г.): 1 – Тихоокеанский регион; 2 – Европейский Союз; 3 – Средний Восток; 4 – среднемировой показатель; 5 – Латинская Америка; 6 – Средиземноморье; 7 – Африка; 8 – Азия; 9 – Центральная и Восточная Европа; 10 – бывший СССР

Если говорить об удельном потреблении первичной энергии в сутки, то в 2005 году энергообеспеченность Украины составляла 4,3 т у.т. /чел, что значительно отстает от развитых стран мира (табл.1.6.).

Таблица 1.6. – Удельное годовое потребление энергии т.у.т./чел (по данным Международного энергетического агентства)

Страны	Годы		
	1990	2000	2005
США	14,2	15,5	15,6
Япония	5,2	6,2	6,3
ЕС- 15	5,7	6,2	6,4
КНР	0,8	1,0	1,2
Индия	0,3	0,5	0,5
Турция	1,3	1,6	1,8
Восточная Европа	4,6	3,4	3,6
СНГ	7,5	5,1	6,2
Украина	7,1	3,7	4,3

Технологический уровень страны косвенно характеризуется потреблением электрической энергии на человека (кВт час/чел). В Украине в 2005 году оно составляло 3789 кВт час/чел (табл.1.7.), что в 2-3 раза ниже, чем в развитых странах мира. Отметим, что в 1990 году этот показатель в Украине был относительно выше и составлял 5198 кВт час/чел. Отставание последних лет вызвано резким падением потребления электрической энергии промышленностью и сельским хозяйством в 90-х годах.

Таблица 1.7– Удельное годовое потребление электрической энергии кВт•ч/чел (по данным Международного энергетического агентства)

<i>Страны</i>	Годы		
	<i>1990</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>
США	11086	13062	12792
Япония	6169	7433	7727
ЕС- 15	5488	6393	6813
КНР	477	933	1170
Индия	304	473	485
Турция	910	1702	1592
Восточная Европа	3426	3182	3458
СНГ	5131	3842	4731
<i>Украина</i>	<i>5198</i>	<i>3412</i>	<i>3789</i>

Структура первичных энергетических ресурсов в производстве электрической энергии и тепла электростанциями объединенной энергетической системы Украины представлена в табл. 1.8.

Таблица 1.8 – Структура использования энергетических ресурсов в энергетике Украины, стран ЕС и СНГ

Вид энерго-ресурсов	Единицы измерения	1995	1996	1997	2001		
		Украина			ЕС	СНГ	
Уголь	млн т	39,6	31,3	29,9			
	млн т у. т.	24,3	18,2	18,0			
	%	34,0	29,9	26,8	23	21	27
Нефть	млн т	2,4	1,7	1,3			
	млн т у. т.	3,3	2,3	1,8			
	%	4,6	3,8	2,7	18	42	40
Газ	млн т	14,4	14,3	12,8			
	млн т у. т.	16,5	16,3	14,6			
	%	23,1	26,7	21,8	43	21	23
Гидроэнергия	млн т у. т.	3,4	2,4	3,6			
	%	4,8	3,9	5,4			
Ядерная энергия	млн т у. т.	23,9	21,8	29,0			
	%	33,5	35,7	43,3	16*	16*	10*
Всего	млн т у. т.	71,4	61,0	67,0			

Для 2001 г. приведены данные использования ядерного топлива и других энергоресурсов (всех, кроме угля, нефти и газа).

До конца XX ст. основными видами энергетических ресурсов конденсационных электростанций Украины были уголь и ядерное топливо, а основным производителем электроэнергии - атомные электростанции.

Как видно из табл. 1.8. до 1997 г. потребление органического топлива уменьшалось: угля с 24,3 до 18 млн т у.т. , газа - с 23,1 до 21,8 млн т у.т., мазута - с 4,6 до 2,7 млн т у.т. Вместе с тем увеличивалось использование ядерной энергии (с 33,5 до 43,3 млн т у.т.). После 2000 г. структура использования энергоресурсов в Украине изменилась и относительно нефти и газа значительно отличается от стран Европы и СНГ.

Производство энергии в Украине во многом зависит от импорта энергоресурсов. Часть собственных ТЭР составляет в топливно-энергетическом балансе страны не более 50 %. Обеспеченность собственным углем оценивается на уровне 92 %, нефтью - 18 %, природным газом - 22 %. Ядерное топливо (Твель) целиком импортируют из России. Существует две основные причины такой зависимости: высокая энергоемкость валового внутреннего продукта (ВВП) и отсутствие реальной политики энергосбережения во всех областях народного хозяйства.

Высокий уровень энергоемкости ВВП Украины обусловлен несовершенством структуры его экономики, физическим и моральным износом применяемых технологий, отсутствием экономических стимулов эффективного использования энергоресурсов. Как следствие с 1990 по 2000 г. энергоемкость ВВП увеличилась в среднем на 40 %, в частности, топливоемкость - на 35 %, электроемкость - на 50 %. Связано это и с тем, что, несмотря на сокращение объемов производства, практически не изменился расход энергии и топлива на общие нужды предприятий, в особенности, в жилищной и коммунально-бытовой сфере (табл. 1.9).

Таблица 1.9 – Электробаланс в Украине, млрд. кВт·ч

Показатели электробаланса	1990	1994	1998	1999
Произведено электроэнергии	298,5	202,9	172,8	172,1
Получено электроэнергии за пределами Украины	15,3	12,4	10,0	7,0
Потреблено отраслями экономики:				
промышленностью	166,0	104,5	82,7	79,9
строительством	4,0	2,1	1,4	1,2
сельским хозяйством	28,5	27,0	15,7	14,9
транспортом	14,5	10,9	9,7	9,5
коммунальным хозяйством	23,1	26,0	25,1	25,7
предприятиями и организациями связи, культуры, охраны здоровья, торговли и т. д. в городах и поселках городского типа	12,0	9,7	7,5	7,3
Потери в сетях общего использования	21,9	21,7	30,0	30,2
Отпущено электроэнергии за пределы Украины	43,8	13,4	10,7	10,4

Уровень энергозависимости Украины от поставок ТЭР (рис.1.2.) подобен развитым странам ЕС (60,7% - 2004 год, 54,8 - 2005год), но характеризуется отсутствием диверсификации источников первичных энергоносителей, прежде всего, нефти, природного газа и ядерного топлива.

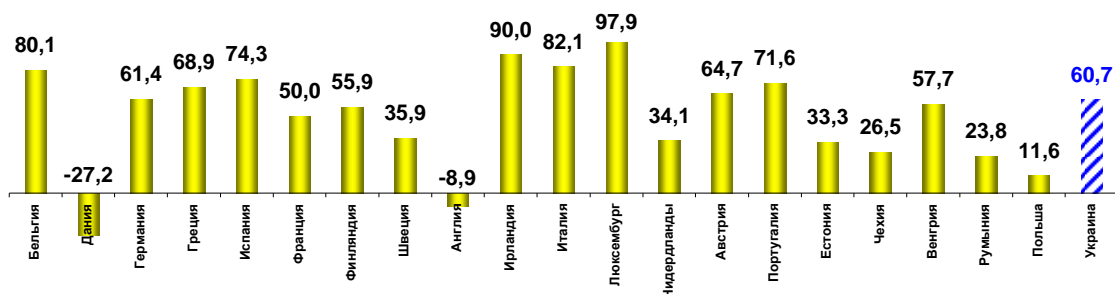


Рис.1.2 - Энергетическая зависимость Украины и стран мира в 2000 - 2004 гг., %

В структуре потребления ТЭР в Украине к началу XXIст. наибольший объем составлял газ - 41% (в странах мира 21%); объем потребления нефти – 19%, угля - 19%, ядерного топлива - 17%, гидроресурсов и других возобновляемых источников - 4 %. Это наглядно иллюстрирует таблица 1.9.

Таблица 1.10. – Структура потребления энергии к началу XX ст.

ТЭР, %	В мире	Украина	ЕС-15	США
Природный газ	21	41	22	24
Нефть	35	19	41	38
Уголь	23	19	16	23
Уран	7	17	15	8
Гидроэнергетика и другие возобновляемые ресурсы	14	4	6	7
ВСЕГО	100	100	100	100

Отсутствие политики диверсификации и ориентация на использование преимущественно природного газа, увеличивает энергозависимость Украины и, как следствие, существенно влияет на ее энергетическую безопасность. Решить данную проблему возможно за счет увеличения доли твердого топлива в производстве электрической и тепловой энергии. Это позволит снизить зависимость экономики Украины от дорогого импортного газа. Однако перераспределение видов ТЭР в сторону каменного угля обостряет и без того непростую экологическую обстановку, прежде всего в больших промышленных центрах.

Как было показано ранее, наиболее обобщенным показателем эффективности использования потенциала ТЭР является энергоемкость ВВП, ко-

торая для Украины в 2-4 раза выше аналогичного показателя многих развитых стран (рис.1.3).

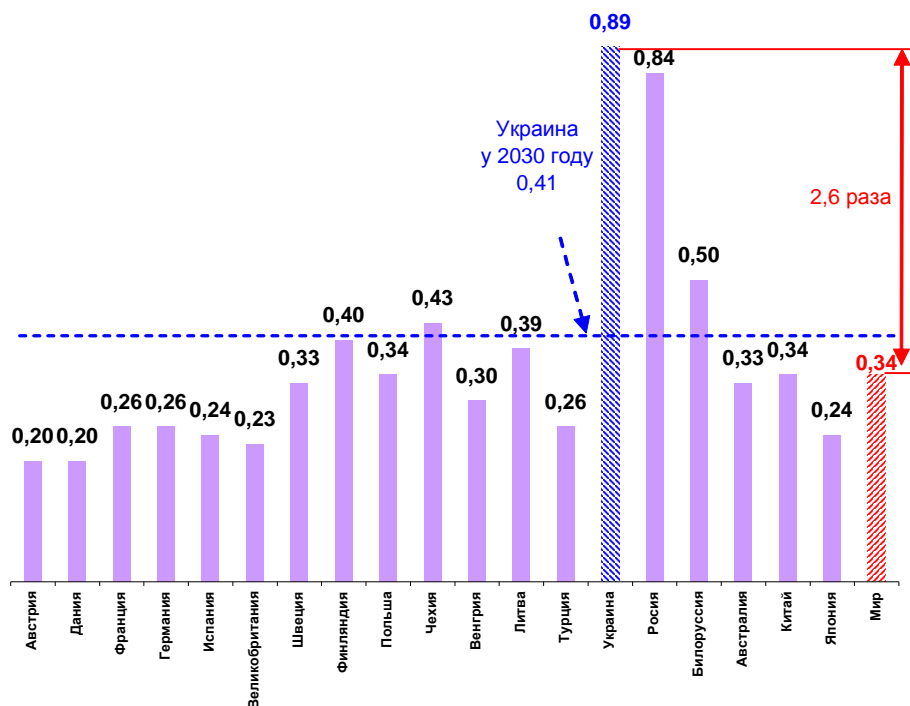


Рис.1.3 - Энергоемкость ВВП государств мира, кг. у.т./\$ США (ПКС) (*Key World Energy Statistics, 2003, 2004)

Из представленной на рис.1.3. диаграммы, видно, что перед Украиной стоит сложная задача: понизить к 2030г. - энергоемкость до среднемирового уровня (0,4 кг.у.т./\$США). Для этого, если исходить из стратегии развития энергетики Украины до 2030г. темпы изменения ВВП и потребления энергии должны изменяться так, как это показано на рис. 1.4 и 1.5, представленные на рис. 1.5 и 1.6.

Макроэкономические показатели при этом рассматриваются в сценариях: оптимистическом, базовом и пессимистическом. Что связано со значительной неопределенностью прогнозируемых периодов. Достижение подобных показателей планируется, главным образом, за счет энергосбережения путем технической и структурной перестройки экономики:

- технической (технологической): предусматривается модернизация или замена энергоемких технологий, повышение энергоэффективности промышленного и социально-коммунального сектора снижение потерь энергоресурсов;
- структурной: предусматриваются коренные структурные изменения экономики в целом для создания малоэнергоемких и малоресурсоемких технологий.

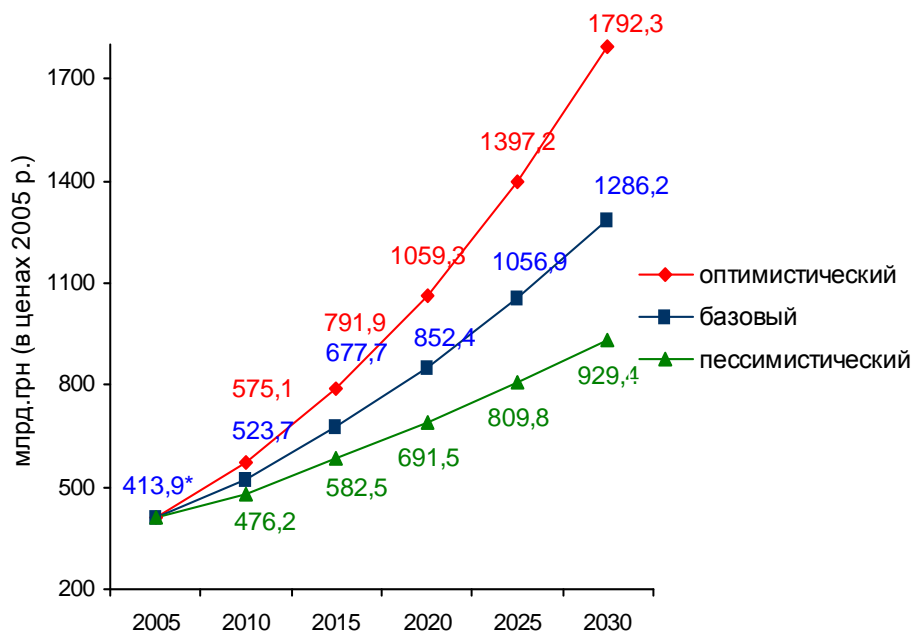


Рис. 1.4 - Прогноз объемов производства ВВП, млрд. грн. (цены 2005 г.)



Рис. 1.5 - Прогноз динамики потребления первичных ресурсов, уровней структурного и технологического энергосбережения до 2030 года, млн. т у.т. (базовый сценарий)

Все это возможно лишь при обязательном переходе к рыночной политике формирования цен на энергоресурсы (как первичные так и вторичные). Следует помнить и реализовать преимущества естественно - климатических условий Украины, которые позволяют эффективно использовать нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: метан угольных месторождений, биогаз бытовых отходов, энергию ветра, солнечную и геотермальную.

Глава 2. Энергоснабжение и энергопотребление

2.1. Системы энергоснабжения

Современная энергетика представляет собой сложную многоуровневую иерархическую структуру, предназначенную для обеспечения комфортных условий проживания населения, а также нормального функционирования промышленных предприятий, производств и учреждений. Лишь на основе надежной и эффективной системы обеспечения потребителей разного уровня необходимой энергией и энергетическими ресурсами возможно их нормальное функционирование и развитие. Политическая и экономическая независимость и безопасность государства во многом определяются производством энергетических ресурсов, их количеством и качеством.

Многообразие форм существования энергии, свойство их взаимопревращения позволяет использовать для производства и потребления энергии различные энергоресурсы и энергоносители, определяет их взаимозаменяемость. Энергетическая ценность ресурсов, эффективность их преобразования, совершенство процессов, установок и технологических стадий энергетического производства, в конечном итоге, определяется коэффициентом использования энергоресурса (коэффициентом полезного действия энергоустановки).

Энергетика - область народного хозяйства, которая охватывает производство, преобразование и использование различных форм энергии. При этом используются такие основные виды установок или систем:

- генерирующие, превращающие потенциальную или химическую энергию природных энергетических ресурсов в электрическую, тепловую, механическую или другой вид энергетического ресурса (например, турбоустановки, газогенерирующие установки, котлы, компрессоры);
- преобразующие - изменяющие параметры и другие особенности определенного вида энергии (трансформаторные подстанции, инверторные электроустановки, трансформаторы теплоты и др.);
- сети, передающие и распределяющие энергию (электрические, тепловые, газовые, нефтепроводы, сети сжатого воздуха и др.);
- аккумулирующие, предназначенные для частичного регулирования режима производства энергии (электрические и тепловые аккумуляторы, насосно-аккумулирующие гидростанции и т.п.);
- потребляющие, преобразующие энергию к виду непосредственного использования (электрический привод машин, отопительные установки, промышленные печи, светильники и др.).

Основными формами используемой энергии являются теплота и электрическая энергия.

Область энергетики, в которой их получение, преобразование, транспортирование и использование происходит за счет сжигания органического топлива, называют *теплоэнергетикой*.

Область энергетики, которая занимается преобразованием гидроэнергии в электрическую, называют *гидроэнергетикой*.

Открытие способов использования энергии атомного ядра создало новую область энергетики - *атомную или ядерную энергетику*.

Вопросами использования энергии ветра занимается *ветроэнергетика*.

Энергетические технологии, которые базируются на использовании энергии Солнца относятся к *гелиоэнергетике*.

Любая из областей энергетики как наука имеет свою теоретическую основу, основанную на законах физических явлений в этой сфере.

Преобразование энергии связано с необходимостью использования различных ее форм для современных технологических процессов и не исчерпывается только переходом одних ее форм в другие. Так, тепловую энергию применяют при разных уровнях температур и давлений теплоносителя (пара, газа, воды), электрическую - в виде переменного или постоянного тока при разных уровнях напряжения.

Преобразование энергии происходит в различных машинах, аппаратах и устройствах, которые составляют техническую основу энергетики. Так, в котельных установках, химическая энергия топлива превращается в тепловую; в паровой турбине - тепловая энергия, носителем которой является водяной пар, превращается в механическую, которая в электрическом генераторе, в свою очередь, превращается в электрическую. На гидроэлектростанциях в гидротурбинах и электрогенераторах энергия водных потоков превращается в электрическую; в электрических двигателях электрическая энергия превращается в механическую и т.п.

Способы производства и эксплуатации различных установок, машин, аппаратов и оборудования, предназначенных для получения, преобразования, транспортировки и применения различных форм энергии, базируются на соответствующих разделах теоретических основ энергетики: теплотехники, электротехники, гидротехники, ветротехники и др.

В этой сложной структуре энергетических отраслей на сегодня сложились следующие ключевые понятия:

- *Энергетическая цепочка (energy chain)* характеризует поток энергии от добычи (производства) первичного энергоресурса к получению и использованию подведенной конечной энергии.
- *Первичный энергоресурс (primary energy resource)* - энергоресурс до момента его переработки или преобразования (сырая нефть,

природный газ, уголь, горючие сланцы, ядерная энергия, гидроэнергия, геотермальная, солнечная, ветровая энергия и т.п.

- *Энергоноситель (energy carrier)* - ресурс, непосредственно используемый на стадии конечного потребления (предварительно переработанный, преобразованный), а также природный энергетический ресурс, используемый на стадии потребления.
- *Подведенный энергетический ресурс (energy resource supplied)* - энергоресурс, подведенный к энергетической установке для переработки, преобразования, транспортировки или использования.
- *Конечная подведенная энергия (final energy или energy supplied)* - энергия, подведенная к потребителю перед ее конечным преобразованием в полезную работу (конечным использованием), или количество энергии в подведенном энергетическом ресурсе (энергоносителе).
- *Энергоснабжение* - совокупность последовательных процессов производства, передачи и использования энергии.
- *Система энергоснабжения* - совокупность установок и оборудования, предназначенных для энергоснабжения.
- *Цепь преобразования энергии* - совокупность процессов и соответствующих элементов для их реализации, которые характеризуют переход одного вида энергии в другой.

Энергию в свободной форме невозможно накапливать на продолжительное время. Поэтому процессы производства и потребление энергии должны совпадать по времени или происходить непосредственно один за другим, быть связанными между собой соответствующим звеном передачи. Это существенно влияет на характер производственных, технических и экономических связей энергетики с другими областями материального производства, определяет структуру и формы развития энергетики и систем энергоснабжения.

В ряде случаев используются понятие *виды энергии*, под которым понимают различные источники энергии. В частности, рассматривают невозобновляемые ТЭР – ископаемое органическое топливо (уголь, нефть, природный газ, торф, горючие сланцы), ядерную энергию. Имеются и другие ТЭР или источники энергии, например биомасса, энергия солнца, ветра, волн, гидроэнергия, геотермальная энергия. Это возобновляемые виды энергии, которые являются непосредственным результатом воздействия и использования энергии солнца, тогда как ископаемое топливо получено сотни миллионов лет тому в процессе биохимических реакций в недрах Земли.

Все названные выше виды энергии - это первичные энергетические ресурсы, которые составляют первый ряд цепи преобразования энергии (рис. 2.1.)

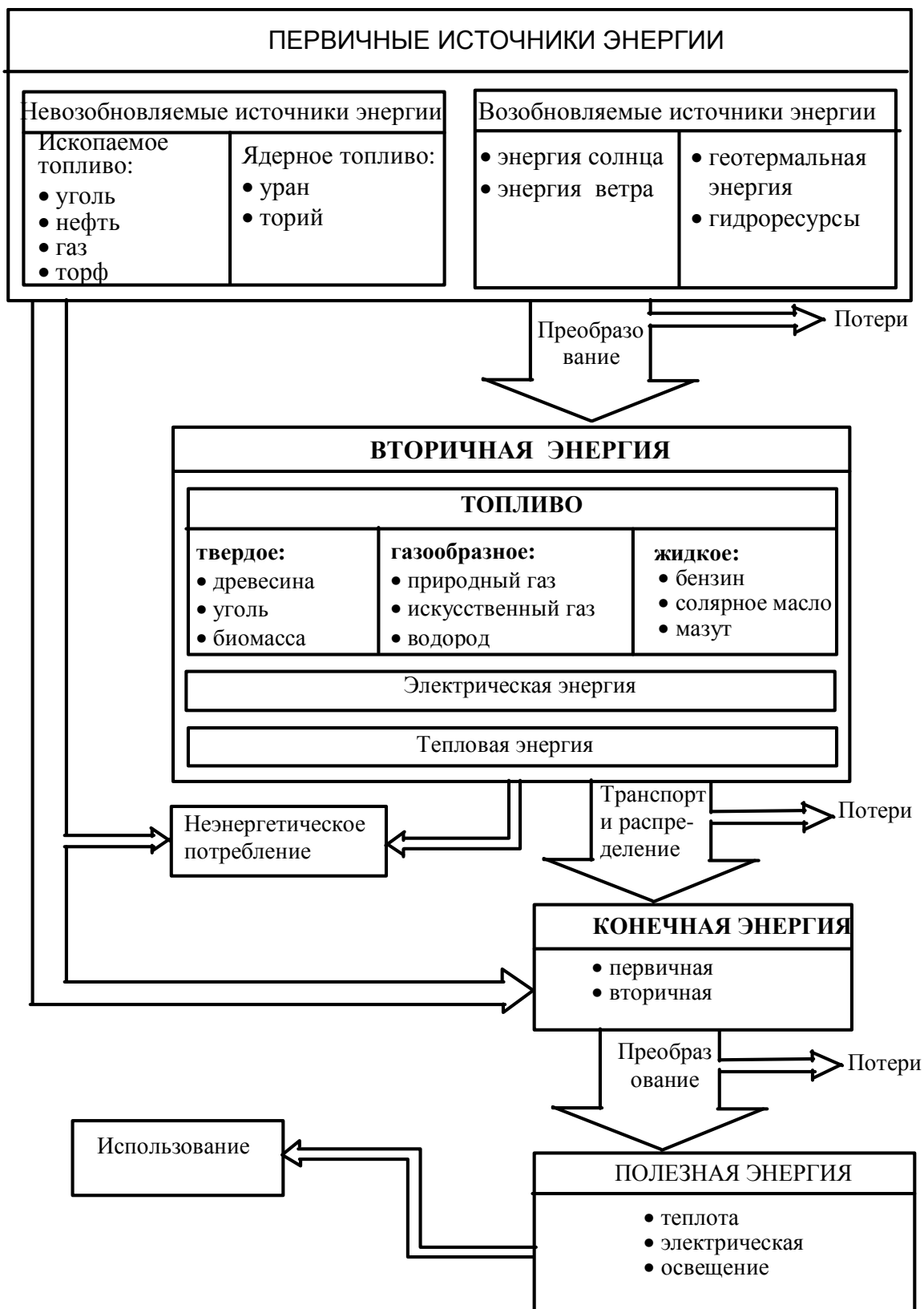


Рис. 2.1 – Структура энергоснабжения

Представленная на рис.2.1 схема наглядно демонстрирует путь энергии от ее исходного состояния к конечному потреблению, показывает общую взаимосвязь между источниками энергии и видами конечной энергии. Например, сырая нефть, которую добывается из недр земли, является первичным источником энергии, хотя в виде топлива не используется. Ее можно превратить в более полезные вторичные источники энергии, (бензин, мазут, дизельное топливо и т.п.).

Подобные преобразования связаны со значительными потерями энергии: вторичную энергию надо доставить потребителю, что связано с дополнительной затратой энергии на транспортировку и распределение.. На этом этапе первичная энергия превращается в соответствующий энергоноситель, который на заключительном этапе используется для получения конечной полезной энергии и доставке ее к пункту потребления. Например, в процессе сжигания мазута в топке получают теплоноситель (водяной пар, горячую воду), который можно подавать на технологические нужды, отопление и горячее водоснабжение отдельных объектов.

Основными природными (первичными) ТЭР, на которых базируется современная энергетика, является ископаемое топливо (уголь, торф, нефть, сланцы, природный газ), гидроресурсы (энергия рек, морей и океанов), ядерное топливо (уран, торий). Этим обстоятельством определяются основные направления развития современной энергетике (теплоэнергетики; гидроэнергетики; атомной энергетике и др.).

Основной продукцией энергетической отрасли является электрическая и тепловая энергия. Устройства, в которых энергия природных энергетических ресурсов превращается в другие виды энергии, называют энергогенерирующими (или энергогенераторами); устройства, в которых энергия превращается в конечный вид, энергопотребителями или абонентами.

Любая система энергоснабжения, исходя из задач энергоснабжения и цепи преобразование энергии, базируется на определенных энергетических ресурсах и содержит три главных элемента: источник энергии (энергогенератор), сети (распределительные и транспортные) и энергопотребитель (абонент). Структура передающих звеньев в системе определяется уровнем концентрации и централизации энергоснабжения.

Концентрация - процесс сосредоточения производства энергии на больших энергетических объектах, то есть увеличение единичной мощности и производительности энергетических установок и оборудования. Концентрация - один из важнейших факторов совершенствования технической базы и повышения эффективности энергетического производства.

Централизация - объединение потребителей энергии едиными для них энергетическими сетями и источниками энергии, обусловленное, прежде всего, неразрывностью во времени процессов производства и потребление энергии. Централизация в энергетике - форма рациональной организации энергоснабжения.

Концентрация и централизация энергоснабжения увеличивают дальность передачи энергии, что связано с дополнительными капитальными и эксплуатационными затратами и потерями энергии в распределительной системе. Снизить эти потери, увеличить расстояние транспортировки позволяет повышение потенциала энергоносителей, используемых для передачи и распределения энергии. Поэтому важным элементом централизованных систем энергоснабжения являются трансформирующие (преобразующие) энергоустановки. Они предназначены для изменения и регулирования уровня потенциала энергоносителей, а также, объединенных в одну систему потребителей с разным уровнем потенциала энергии.

Основной формой энергоснабжения во многих странах были и остаются централизованные системы. Объединяя энергогенерирующие установки, преобразующие, распределительные устройства и энергопотребителей, они характеризуются общностью принципов формирования режимов работы всех звеньев, взаимозависимостью процессов производства, распределения и использования энергии. Концентрация и централизация - непременное условие создания эффективных форм энергоснабжения, расширения сфер и дальнейшего внедрения более рациональных видов энергии в различные технологические процессы. С этим связано объединение, собственно, энергетики, топливодобывающих областей и перерабатывающей промышленности в единый топливо – энергетический комплекс.

2.2. Базовые энергоустановки в системах энергоснабжения

Основные типы электрических станций. В зависимости от вида первичной энергии различают тепловые (ТЭС), гидравлические (ГЭС), атомные (АЭС) и др. К ТЭС относятся конденсационные электростанции (КЭС) и теплофикационные или теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), работающие на органическом топливе и вырабатывающие электрическую энергию. ТЭЦ, в отличие от КЭС, вырабатывает кроме электрической тепловую энергию в виде горячей воды и пара для промышленных нужд и теплофикационных целей. Атомные электростанции, преимущественно конденсационного типа, используют энергию ядерного топлива.

В ТЭЦ, КЭС и государственных районных электростанциях (ГРЭС) потенциальная химическая энергия органического топлива (угля, нефти или газа) превращается в тепловую энергию водяного пара, которая, в свою очередь, превращается в электрическую. Именно так вырабатывается ~80 % получаемой в мире энергии. Следует отметить, что современные атомные и будущие термоядерные электростанции также представляют собой тепловые станции. Отличие состоит в том, что топка парового котла (генератора тепловой энергии в виде водяного пара соответствующих па-

раметров) заменяется на ядерный или термоядерный реактор.

Гидравлические электростанции, в отличие от ТЭС и АЭС, используют возобновляемую первичную энергию в виде гидравлического напора потока воды, которая превращается в механическую энергию в гидравлической турбине и в электрическую - в электрогенераторе.

Тепловые, гидроэлектрические и атомные станции - основные энергогенерирующие источники, развитие и состояние которых определяют уровень и возможности современной энергетики мировой и Украины, в частности. Электростанции указанных типов называют также турбинными.

Одной из основных характеристик электростанций является *установленная мощность*, которая равна сумме номинальных мощностей электрогенераторов и теплофикационного оборудования. Номинальная мощность - это наибольшая мощность, при которой оборудование может работать длительное время согласно техническим условиям.

Из всех видов производства энергии наиболее развита теплоэнергетика - энергетика паровых турбин на органическом топливе. Удельные капиталовложения на строительство ТЭС существенно ниже, чем для ГЭС и АЭС. Значительно короче и срок их строительства и ввода в эксплуатацию. Что касается себестоимости выработанной электроэнергии, то она наиболее низкая для гидроэлектростанций. Стоимость производства электроэнергии на ТЭС и АЭС различается не очень существенно, но все-таки ниже на АЭС.

Эти показатели, однако, не являются определяющими для выбора того или того типа электростанции. Многие зависят от места расположения станции: ГЭС строят на реке; ТЭС обычно размещают рядом с местом добычи топлива или районом наибольшей концентрации потребления энергии; ТЭЦ желательно иметь рядом с потребителями тепловой энергии; АЭС нельзя строить вблизи населенных пунктов.

Итак, выбор типа станции во многом зависит от их назначения и предусмотренного размещения. ТЭС, ГЭС и АЭС, которые определяют не только размещение электростанций, но и условия будущей эксплуатации энергетических объектов: положение станции относительно центров потребления, что особенно важно для ТЭЦ; основной вид энергоресурса, на котором будет работать станция, и условия его поступления на станцию; условия водоснабжения станции, приобретающие особое значение для КЭС и АЭС. Существенным моментом является близость станции к железнодорожным и другим транспортным магистралям, к населенным пунктам. В последние десятилетия на себестоимость производства энергии, на выбор типа электростанции, ее размещение значительно влияют экологические проблемы, связанные с получением и использованием энергоресурсов.

В настоящее время потенциал электроэнергетики Украины составляют 44 мощных ТЭС, 7 ГЭС и 5 АЭС (табл. 2.1). Главную роль играют теп-

ловые электростанции, оборудованные блоками 150, 200, 300 и 800 МВт. Наиболее крупные из них: Углегорская (3 600 МВт), Запорожская (3 600 МВт), Криворожская (2 820 МВт), Бурштинская (2 300 МВт), Змиевская (2 150 МВт), Ладыженская, Трипольская (1 800 МВт). Все они, как и многие другие ТЭС, находятся в основных промышленных регионах Украины.

Таблица 2.1 – Распределение производства электроэнергии среди объектов Минтопэнерго Украины

Тип электростанции	Установленная мощность		Производство электрической энергии							
	млн кВт	%	1990		1995		2000		2005	
			млрд кВт·час	%	млрд кВт·час	%	млрд кВт·час	%	млрд кВт·час	%
ТЭС+ТЭЦ	30,1	57,8	211,6	70,8	113,3	58,4	80,8	48,04	75,52	40,8
ГЭС +ГАЭС	4,74	9,1	10,7	3,6	10,2	5,3	11,4	6,67	12,31	6,6
АЭС	13,7	26,6	76,2	25,6	70,7	36,3	77,3	45,29	88,76	47,9
Блок – станции и другие источники	3,36	6,5	-	-	-	-	-	-	8,64	4,7
Всего	52,0	100	298,5	100	194,0	100	169,5	100	185,23	100

ТЭС работает за счет использования трех видов природных ресурсов: топлива, воды и воздуха, первое место среди которых по стоимости занимает топливо.

Конденсационная электростанция мощностью 2,5 млн. кВт сжигает за год почти 6 млн. т антрацитового штыба или около 12 млн. т бурого угля. Для перевозки 6 млн. т угля в год необходимо 300 вагонов ежедневно. Транспортные затраты возрастают пропорционально расстоянию от места добычи до ТЭС. Для электростанции мощностью 4 млн кВт транспортировать высококачественное топливо становится экономически не выгодным уже на расстояния, превышающие 400 км, (для низкокалорийного - более 100 км). Наиболее рациональным является размещение станции возле места добычи топлива, а электроэнергию передавать по линиям электропередач. Кроме того, на охлаждение отработанного тепла и конденсата такой электростанции расходуется 90 м³/с воды. Площадь зеркала пруда-охладителя, который обеспечивает подачу и охлаждение такого количества воды, должна быть не менее 2 500 га. Использование градирен для охлаждения воды снижает термический КПД станции. Поэтому крупные ТЭС строят в местах, близких к месторождениям топлива, с учетом возможности создания пруда-охладителя или использования воды рек.

В результате отметим четкую тенденцию размещения больших тепловых электростанций Украины: полосой от Дона к Днестру (Славянская, Змиевская, Приднепровская, Запорожская, Криворожская и др.).

Энергетические установки и оборудование в Украине, работающие на органическом топливе, практически уже давно выработали свой ресурс (эксплуатируются 20 и более лет), катастрофически «стареют», требуют замены или модернизации. Но ввода новых мощностей пока не ожидается. Отсюда ухудшение условий эксплуатации, снижение КПД производства электрической и тепловой энергии, быстрый износ оборудования ТЭС, увеличение количества выбросов в атмосферу высокотоксичных веществ, расширение территорий, отчужденных под золошлаковые отходы (только на Змиевской ГРЭС ежегодно выбрасывается 800 тыс. т золошлаковых отходов и 300 т золы в сутки в атмосферу).

Атомные электростанции являются одним из альтернативных звеньев энергетической отрасли. Это единственное звено энергетики Украины, которое работает стабильно и вносит более 45 % электроэнергии в общий энергетический баланс. Украина имеет собственные потенциальные запасы ядерного топлива, хотя проблемы его подготовки также требуют времени и средств. Тем не менее, развитие собственной атомной энергетики замкнутого цикла - реальный путь энергетической независимости державы.

Атомные электростанции имеют большую мощность, чем тепловые. В Украине эксплуатируются пять АЭС: Запорожская - мощностью 6 000 МВт, Южно-Украинская - 3 000 МВт, Ровенская - 1 818 МВт, Ладыженская и Хмельницкая - по 1 000 МВт. Чернобыльская АЭС (1 000 МВт) остановлена в 2000 г. после аварии 1986 г. АЭС оснащены преимущественно паротурбинными блоками 1 000 МВт и реакторами ВВЕР, суммарная установленная мощность составляет 24 % от общей мощности электростанций Украины. Однако именно они вырабатывают половину всей электроэнергии страны и играют важную роль в энергетике Украины.

Гидравлические электростанции обеспечивают не только производство и аккумулирование электроэнергии, но, благодаря наличию водохранилища, решение ряда проблем судоходства, водоснабжения, орошения сельхозугодий, развития рыбного хозяйства, рекреации земель.

Примером такого комплексного решения народнохозяйственных задач служит каскад ГЭС на Днестре. Из общей установленной мощности ГЭС и ГАЭС Украины (4,7 млн кВт) более 3,8 млн кВт приходится на долю шести ГЭС этого каскада: Киевской - мощностью 361,2 МВт, Каневской - 444 МВт, Кременчугской - 625 МВт, Днепродзержинской - 352 МВт, Днепровской - 1 532 МВт и Каховскую - 351 МВт. Рядом с Киевской ГЭС сооружена ГАЭС, которая обеспечивает снятие пиковых нагрузок преимущественно для Киева в утренние и вечерние часы, когда потребность в электроэнергии резко возрастает. Мощность Киевской ГАЭС - 235,5 МВт. На р. Днестр неподалеку от г. Могилев - Подольский сооружена Днестровская ГЭС мощности 702 МВт, в Закарпатской области – Теренбня - Рикская ГЭС мощностью 27 МВт.

2.3. Малая энергетика

К малой энергетике Украины относятся промышленные ТЭЦ (ПТЭЦ) и котельные, все оборудование коммунальной энергетики, районные котельные, промышленные печи, бытовые энергоустановки различной мощности, автономные теплоцентрали. Для них характерен низкий уровень экономичности, надежности и безопасности, в частности, экологической.

Малая энергетика потребляет более 60 % всего топлива ТЭК Украины. Объемы потребления газообразного, жидкого и твердого топлива составляют (в условном топливе), соответственно, 49, 20 и 31 %. В Украине насчитывают более 2,0 млн. единиц топливосжигающих установок, которые относятся к малой энергетике. Значительная их часть (более 1,5 млн.) - котлы тепловой мощностью до 0,1 МВт.

Особую группу оборудования малой энергетике составляют промышленные ТЭЦ (243 единицы общей мощностью 3 100 МВт). Общее годовое производство электроэнергии промышленными ТЭЦ составляло около 6,0 млн. кВт·ч, а тепловой энергии - 43,3 млн. Гкал. При этом израсходуется примерно 11,5 млн. т. у.т., в частности, 7,5 млрд. м³ газа, 1,7 млн. т жидкого топлива (преимущественно топливного мазута) и 0,4 млн. т угля. Технико-экономические показатели большинства указанных ПТЭЦ очень низкие, при отрицательном влиянии на экологию.

Крупными потребителями топлива являются также промышленно-производственные и отопительные котельные, из которых 1 750 имеют малую установленную единичную мощность (около 20 Гкал •ч).

Таким образом, на нужды энергогенерирующих мощностей систем теплоснабжения малой энергетике расходуется ТЭР больше, чем для любой другой отрасли народного хозяйства. Эффективность использования топлива и экологические показатели данных систем далеко не всегда отвечают современным требованиям научно-технического прогресса. Эксплуатируется, к сожалению, огромное количество низкоэффективных котельных и автономных теплогенераторов, которые сжигают самые дефицитные виды топлива - газ, мазут (до 60 % от общего количества топлива, которое потребляет весь ТЭК). Средний удельный расход условного топлива на производство тепловой энергии очень высок (43,5 кг у.т. /ГДж или 181,9 кг у.т. /Гкал) при среднем КПД не более 75 %. Большей частью тепловые КПД мелких котельных и индивидуальных источников в 1,5-2,0 раза ниже, чем технически допустимый уровень. Все эти источники теплоты являются не только наибольшими потребителями ТЭР, но и основными источниками загрязнения окружающей среды. Именно они увеличивают экологическую нагрузку на города и населенные пункты.

В экономическом и экологическом отношении более совершенны теплоэлектроцентрали и крупные районные котельные, использование которых экономически целесообразно только при наличии больших централизованных потребителей. Необходимость в разветвленных и дорогих тепловых сетях заметно снижает эффективность ТЭЦ и масштабы их использования.

Важной составляющей малой энергетики являются предприятия возобновляемых источников энергии, на краткой характеристике которых остановимся в разделе 3.2.

ГЛАВА 3. Энергетика и окружающая среда

3.1. Экологические аспекты базовой энергетики

Энергетика и топливно-энергетический комплекс, который реализует ее назначение, служит основой существования и развития цивилизации. Концентрируя огромные материальные ресурсы, перерабатывая колоссальные топливно-энергетические ресурсы, активно вмешиваясь в гидро-, лито- и атмосферную среду, энергетика способная изменить и уже изменяет естественное состояние.

Познавая законы природы и, создавая все более мощную технику, человечество по масштабам своего вмешательства в природную среду сравнялось с планетарными явлениями. Спровоцированные деятельностью человека экологические катастрофы не уступают по масштабам своего разрушительного потенциала ядерной угрозе.

На современном этапе развития энергетики уже недостаточно рассматривать ее взаимодействие с окружающей средой на уровне отдельных локальных влияний.

Глобальные проблемы окружающей среды проявились особенно остро в конце 80-х гг. XX ст. с установлением после определения разрушения озонового слоя, увеличения концентрации углекислого и других вредных газов в атмосфере, реальной тенденции глобального потепления планеты. В соответствии с «Международным обзором рынка энергосистем», подготовленным американскими экспертами, к 2015 г. объемы выбросов CO₂ могут достигнуть 9 700 млн. т, что на 61 % больше, чем в 1990 г. Причем две трети этих выбросов придется на страны, энергетика которых зависит преимущественно от угля.

О значительной техногенной нагрузке на территорию Украины свидетельствуют относительные уровни выбросов в докритическом 1989 г.: пыли - 2 млн. т, SO₂ - 3...1 млн. т, CO₂ - 3,7 млн. т, CO - 0,8 млн. т. После аварии на Чернобыльской АЭС радионуклидами загрязнено 4,6 млн. га пахотных земель, изъято из землепользования 119 тыс. га. Только радиоактивное загрязнение Цезием-137 составило: 34 000 км² - 1...5 Ки на 1 км²; 1 960 км² - 5...15; 820 км² - 15...40; 640 км² - свыше 40 Ки на 1 км².

Масштабы загрязнения окружающей среды в ряде регионов Украины достигли критического уровня, главные загрязнители атмосферы - энергетика, металлургия и транспорт. С дальнейшим ростом энергопроизводства и энергопотребления загрязнение атмосферы превращается в серьезную технико-экономическую и социальную проблему.

Таким образом, производство энергии и теплоты на базе использования традиционных ТЭР является уникальным по масштабам материального и энергетического обмена с окружающей средой. Потребляя огромное количество природных первичных энергоресурсов в виде твердого, жидкого и газообразного топлива, годовое потребление которого приблизилось к 14 млрд. т н.э (удельного топлива в нефтяном эквиваленте в год), и кислорода воздуха - 87,5 млрд. т в год, энергетическое производство кроме полезной энергии газообразные и твердые продукты сгорания, а также сточные воды.

Экология и экономика природопользования еще не позволяют в полной мере оценить убыток, причиняемый этими выбросами природной среде и народному хозяйству.

Традиционные способы производства тепловой и электрической энергии в котельных и ТЭС сопровождаются отрицательным локальным и глобальным влиянием на окружающую среду, обусловленным:

- выбросом в атмосферу таких вредных веществ, как оксиды серы и азота, монооксиды углерода, твердые частички золы, канцерогенные органические вещества, в частности бенз(а)пирен и др.;
- выбросом огромных количеств диоксида углерода, который является основным фактором возникновения «парникового эффекта»;
- тепловым загрязнением окружающей среды;
- выбросом минерализованных и нагретых вод;
- потреблением в больших объемах кислорода и воды;
- загрязнением ландшафта;
- возникновением электромагнитных и электростатических полей.

При сжигании угля в атмосферу выделяется зола с частичками не сгораемого топлива, сернистый и серный ангидриды SO^2 и SO^3 , оксиды азота NO_2 и NO_3 , некоторое количество фтористых соединений, гидрокарбонаты, а также газообразные продукты неполного сгорания. Летучая зола, кроме нетоксичных составляющих может содержать вредные примеси. Так, в золе донецких антрацитов в незначительном количестве содержится арсен, в золе экибастузского угля и некоторых других месторождений - свободный диоксид кремния, в золе сланцев и угля Канско-Ачинского бассейна - свободный диоксид кальция.

В процессе сжигания мазута в атмосферу с дымом и газами выделяется: сернистый и серный ангидриды SO_2 и SO_3 , оксиды азота (NO_2 и NO_3), газообразные и твердые продукты неполного сгорания топлива, соединения ванадия, солей натрия, а также вещества, удаляемые с поверхности котлов во время их очистки.

Природный газ в экологическом плане является наиболее чистым видом топлива. Тем не менее и во время хорошо организованного сжигания природного газа образуются вредные вещества: диоксид углерода CO_2 , оксиды азота, оксиды серы SO .

Несмотря на весьма негативное влияние продуктов сгорания угля на окружающую среду, электроэнергию вырабатывают преимущественно на твердом топливе. Если в 1974 г. часть твердого топлива в ТЭР составляла 50 %, то к середине 90-х гг. она увеличилась до 60 %. Потребление нефти, наоборот, достигнув пикового уровня в 1980 г., приобрело стабильную тенденцию снижения с темпом уменьшения около 2,6 % в год, применение газа для генерирования энергии постоянно растет.

Преимущество, которое отдают углю в производстве тепловой и электрической энергии, обусловлено тем, что мировые разведанные запасы каменного угля составляют 87 % от всех ископаемых источников первичной энергии на планете. Общие мировые запасы каменного угля, включая прогнозируемые месторождения, имеют энергетический потенциал, который в 25 раз превышает нефтяной. Если предположить, что человечество откажется от всех других источников энергии, и будет использовать только каменный уголь, то с учетом ежегодного возрастания потребления энергии его хватит приблизительно на 200 лет. Однако отрицательные экологические последствия при этом неминуемы. Кроме того, чтобы успешно сжигать различные виды топлива в топках котельных агрегатов, необходимо внедрять новейшие технологии.

Роль энергетических ресурсов в жизнедеятельности общества особенно наглядно проявилось во время энергетического кризиса 1973-1974 гг. Эти годы стали настоящей революцией подходов к энергопотреблению в индустриальных странах, которые сумели наращивать ВВП, практически не увеличивая потребления энергоресурсов. Экономика пережила коренную перестройку как в структурном, так и технологическом отношении. Энергоемкость ВВП стала одним из важнейших и определяющих показателей макроэкономического и научно-технического состояния экономики. Уровень развития ТЭК в значительной мере определяет темпы роста и технический уровень производства, состояние экономики и благосостояние общества, в целом.

Эволюция не терпит застоя. Развитие цивилизации невозможно представить без увеличения потребления энергии и энергоресурсов как в общем (глобальном), так и местном (локальном) плана.

В глобальном плане - это регулирование производства энергии и рост потребления энергоресурсов на государственном и международном уровне; переход на новые, экологически чистые и энергосберегающие технологии; пересмотр отношения к процессу энергопотребления, признанным человеческим ценностям и укладу жизни, как отдельной личности, так и всего человечества. Реализация указанных процессов требует разработки долгосрочных государственных программ.

В то же время, чтобы снизить влияние энергетики на биосферу, необходимо рассматривать мероприятия, которые уже сегодня могут дать существенную отдачу. Так, снизить выбросы вредных веществ энергетиче-

скими объектами можно путем: дальнейшей замены мазута природным газом; совершенствования горелочных устройств; организации многоступенчатого сжигания топлива; применения прогрессивных способов очистки топлива от серы, повышения эффективности производства тепловой и электрической энергии; соблюдения специальных режимов сжигания топлива; применения современных технологий очистки дымовых газов от SO_x и NO_x . К первоочередным мероприятиям следует отнести внедрение реальной тарифной и ценовой политики, стимулирующей разработку и внедрение эффективных экологически чистых технологий и оборудования.

Большую роль в сглаживании энергетической проблемы и повышении жизненного благосостояния населения играет энергосбережение - одно из приоритетных направлений современной энергетической политики. Так, экономия 1 т угля уменьшает выбросы золы на 250 кг, оксидов серы - на 2 кг, оксидов азота - на 3 кг, оксида углерода - на 10 кг; экономия 1 т мазута сокращает выбросы сернистого ангидрида на 40 кг, оксида углерода - на 12 кг; экономия 1000 м³ природного газа уменьшает выбросы оксида азота на 2,5 кг, оксида углерода - на 8 кг. В результате повышения эффективности использования ТЭР за счет термодинамических факторов возможно значительное снижение удельного расхода топлива на производство 1 кВт•ч электроэнергии, которое повышает экологическую безопасность энергетических объектов. Более актуальным является развитие и использование возобновляемых источников энергии. Последнее особенно важно в контексте мероприятий, принятых международным сообществом с целью снижения действия «парникового эффекта», и выполнение других обязательств, связанных с возможным изменением климата Земли.

3.2. Экологические аспекты нетрадиционной энергетики и возобновляемых источников энергии

При оценке перспектив развития нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (НВИЭ), как правило, подчеркивается их экологическая чистота. Это справедливо для определенных видов НВИЭ, хотя в целом они оказывают определенное негативное воздействие на окружающую среду. Однако, несомненно, НВИЭ более приемлемы с точки зрения влияния на экологию, чем источники традиционной энергетики (ТЭС, АЭС, ГЭС, ОПК, дизельные установки и др.).

Расширение использования НВИЭ связано с освоением новых технологий преобразования энергии солнца, ветра, биомассы, гидроэнергии и геотермального тепла земли. Особая роль в энергетической структуре НВИЭ на длительную перспективу отводится гидроэнергетике, которая в настоящее время является основным видом возобновляемых источников

энергии. Экологические аспекты применения малых ГЭС лишь в отдельных моментах совпадают с проблемами традиционной гидроэнергетики и, не идут с ними ни в какое сравнение.

Общие негативные аспекты применения НВИЭ связаны с проблемами землепользования, шума, изменения ландшафта, применения новых материалов, производство которых в отдельных случаях может оказать отрицательное воздействие на окружающую среду (например, получение кремния для солнечной энергетики) и т.д. Необходимо учитывать, что характер взаимодействия этих установок с окружающей средой принципиально иной при отрицательных воздействиях, характерных для каждого вида НВИЭ. Поэтому анализ возможных последствий должен проводиться еще на этапе их разработки и проектирования. Это позволит избежать ошибок, допущенных при освоении традиционных энергоустановок, когда сначала были созданы технологические принципы, и лишь затем, в процессе эксплуатации, начались поиски путей подавления отрицательных экологических воздействий.

Наиболее характерными при использовании НВИЭ, с точки зрения воздействия на окружающую среду, являются следующие аспекты.

Солнечная энергия. Низкотемпературные солнечные системы тепло- и водоснабжения являются наиболее распространенными в данный период как в индустриально развитых, так и развивающихся странах. В экологическом аспекте для низкотемпературных систем при их эксплуатации характерны последствия цикла добычи исходных материалов и их переработки; снижение отрицательных воздействий на окружающую среду выбросов продуктов сгорания замещенных традиционных котельных; снижение теплового загрязнения.

Средне- и высокотемпературные солнечные установки пока еще находятся на стадии интенсивной разработки. В мире создано несколько станций (СЭС) с использованием рассредоточенных параболических систем концентраторов (общей мощностью ~ 400 МВт). Опыт их эксплуатации показал, что основным экологическим фактором для СЭС по термодинамическому циклу преобразования энергии является блокировка оборудованием значительных земельных территорий. Так, средняя потенциальная возможность СЭС данного цикла оценивается в $30 \div 40 \text{ МВт/ км}^2$.

Ветроэнергетика. К настоящему времени в мире накоплен огромный практический опыт эксплуатации самых разнообразных источников энергии ветра, который, в частности, показал, что экономически предпочтительнее ВЭС мощностью от 100 до 350 кВт. Большинство Европейских стран поддерживает создание ВЭС с учетом экологических требований к энергоустановкам, а также проблем надежности и безопасности энергообеспечения.

Основные экологические факторы воздействия ветроэнергетики следующие: блокировка земельных территорий; шумовые эффекты, возрас-

тающие с повышением мощности и числа ветродвигателей; высокая металлоемкость ветроустановок, связанная с требованиями предварительного цикла добычи и переработки металлов; вибрационное воздействие на биосферу; гибель птиц под лопастями вибродвигателей.

Максимальная мощность, которая может быть получена с 1 км² площади, колеблется в широких пределах в зависимости от района использования, типа станции и технологических особенностей конструкции (среднее значение ~ 10 МВт/км²). Шумовой эффект в непосредственной близости от ВЭС может достигать 50 ÷ 80 дБ, тогда как пороговая выносимость человеческого уха, принятая на основе болевых ощущений, равна 180 дБ. Отдельную экологическую проблему составляют шумовые воздействия установок значительной мощности (более 250 кВт), когда скорости потока воздуха на концах лопаток ветроколес большого диаметра – сверхзвуковые. При этом возникает инфразвуковой эффект, отрицательно воздействующий на человека и другие биологические субъекты.

Существенную роль играет показатель затрат металла на единицу мощности, определяющий объемы цикла сырьевой подготовки для производства. В зависимости от уровня мощности этот показатель для ВЭС ориентировочно меняется в диапазоне 50 ÷ 70 кг/кВт. Причем требуется значительное количество высокопрочных материалов. В настоящее время имеется тенденция замены элементов металлических конструкций (в первую очередь, лопастей ветроколес) на стеклопластиковые. Следовательно, необходим экологический анализ последствий химических производств, связанных с созданием данных конструкционных материалов.

По оценкам Всемирного конгресса Международного общества по солнечной энергии в Денвере (США), если принимать во внимание экологические факторы, то СЭС и ВЭС уже сегодня более экономичны, чем ТЭС и АЭС.

Геотермальная энергия. Экологическое воздействие ГеоТЭС и геотермальных технологических установок на окружающую среду сводится: к воздействию минерализованных геотермальных вод и пара; к опусканию земной поверхности (иногда значительному по размерам), находящейся над разрабатываемым геотермальным пластом; к повышенному (в сравнении с ТЭС равной мощности) тепловому воздействию ГеоТЭС на окружающую среду.

Как следствие, развитие геотермальной энергетики связано с весьма существенными негативными экологическими последствиями. Первое – очень высокая стоимость оборудования по отбору и преобразованию геотермального тепла, т.е. высокая стоимость получения энергии. Второе – значительное негативное влияние на окружающую среду – деградация лесов и экосистем вокруг месторождений, значительные просадки земли после отбора воды и пара с глубин, выделение газов вместе с паром, сильные загрязнения почв, воздуха и воды в местах отбора гидротерм, что требует

серьезного контроля. Кроме того, часто гидротермальные месторождения располагаются в труднодоступных местах.

Гидротермальную энергию можно использовать двумя способами: обогрев домов, теплиц, других зданий или выработки электроэнергии. Это зависит от того, в виде какого теплоносителя энергия поступает из недр земли: чистого сухого пара без примесей капелек воды (в таком случае пар можно подавать непосредственно в турбоагрегаты, вырабатывающие электроэнергию) или в виде смеси пара и горячей воды (водяных капель), которую нельзя прямо использовать для выработки электроэнергии, так как удары капель повреждают проточную часть турбины. Кроме того, геотермальная вода обладает повышенными коррозионными свойствами. Поэтому, газо-водяную смесь, предназначенную для получения электроэнергии, необходимо предварительно разделять в центробежных сепараторах на сухой пар и воду. Остающуюся горячую воду и отконденсировавшийся пар необходимо или закачивать обратно в землю, или использовать для обогрева. Но, и здесь остается проблема минерализации геотермальных вод: большое количество содержащихся в них солей загрязняет любые водоемы, трубы и т.д.

В составе выводимых на поверхность вод находятся: нитриды, хлориды и сульфиды некоторых металлов; опасные химические элементы (бор, мышьяк); сероводород (безвредный – в небольших количествах, токсичный – с ростом концентрации). При отсутствии обратной закачки в пласт возникает опасность засоления почв в районе использования и падения пластового давления. Изменение давления в пласте в процессе длительной эксплуатации скважин влияет на уровень грунтовых вод в этом районе и может оказать отрицательное воздействие на работу артезианских скважин и водоснабжение.

Энергия биомассы. Особое значение источники энергии данного типа имеют для развивающихся стран. В энергобалансе стран Африки они составляют в среднем до 60%; Латинской Америки – до 30%; азиатских стран – до 40%; некоторых стран Европы, Ближнего Востока и Северной Африки – до 10% общего энергопотребления. При этом значительное развитие получила переработка биомассы, основанная на процессах газификации, пиролиза и получения жидких топлив.

В результате процесса ферментизации при переработке биомассы в этанол образуются побочные продукты, в том числе промывочные воды и остатки перегонки. Последние являются серьезным источником экологического загрязнения окружающей среды. Их масса в несколько раз (до 10) превышает массу производимого продукта, т. е. этилового спирта. Представляют интерес технологии, которые позволяют в процессе очистки этих отходов получать минеральные вещества, используемые в химической промышленности, а также в качестве минеральных удобрений.

Вся деятельность по различным направлениям утилизации органических отходов имеет, прежде всего, острую экологическую направленность. В значительной степени она ориентирована на переработку отходов. Ликвидация последних и связанное с этим улучшение экологических и санитарно-эпидемиологических условий среды обитания играют даже большую роль, чем энергетический эффект на основе использования этого вида сырьевых ресурсов. Указанное особенно важно для регионов с влажным теплым климатом и крупных городов. Именно здесь технология ликвидации отходов, позволяющая одновременно использовать их энергетический потенциал, играет особую роль.

Мини- и микроГЭС. Как отмечается в обзоре Мирового Энергетического Совета, на основе этих установок возможно экономически рентабельное производство электроэнергии на уровне 6,5% существующего потенциала гидроресурсов. Большое значение для применения мини ГЭС имеет совершенствование гидротурбин, работающих на малых напорах. Данные установки минимально воздействуют на окружающую среду, так как не требуют строительства плотин, водохранилищ, береговых сооружений.

Даже из такого краткого анализа видно, что экологические воздействия НВИЭ не идут ни в какое сравнение с последствиями отрицательного влияния на окружающую среду традиционных источников энергии. Однако их оценка должна проводиться с системных позиций. Необходимо учитывать весь комплекс разнородных факторов, характерных для различных видов НВИЭ: блокировку территорий; воздействие на экологический процесс занимаемых и прилегающих территорий; влияние на флору и фауну; высвобождение химических и других материалов; возможности использования этих веществ или продуктов их переработки в качестве сырья последующих производств и др.

Контрольные вопросы к главам 1–3

1. Этапы освоения энергии человечеством.
2. Основные составляющие ТЭК.
3. Общая характеристика топливо - перерабатывающей отрасли ТЭК.
4. Структура потребления ТЭР и их связь с благосостоянием общества.
5. Общие характеристики влияния энергетики на окружающую среду.
6. Характеристика основных систем производства энергии.
7. Основные понятия и определения энергетики и энергоснабжения.
8. Виды топливо - энергетических ресурсов.
9. Характеристика источников энергии традиционной базовой энергетики.

10. Назначение и основные виды ТЭС.
11. Структура топливно - энергетических ресурсов Украины и их потребления.
12. Характеристика малой энергетики.
13. Что такое нетрадиционная и возобновляемая энергетика?
14. Воздействие тепловой энергетики на окружающую среду.
15. Особенности возникновения «парникового» эффекта.
16. Перспективные направления уменьшения негативного влияния теплоэнергетики на окружающую среду.
17. Насколько справедливо утверждение об экологической чистоте НВИЭ?
18. Экологические аспекты гелиоэнергетики.
19. Назовите основные недостатки ветроэнергетики.
20. Приведите общую характеристику взаимодействия геотермальной и биоэнергетики с окружающей средой.

Список литературы к главам 1–3

1. Малярченко В.А. Энергетика і навколишнє середовище: Монографія. – Харків «Видавництво САГА», 2008 – 364с.
2. Малярченко В.А, Варламов Г.Б., Любчик Г.Н., Стольберг Ф.В., Широков С.В., Шутенко Л.Н. Энергетические установки и окружающая среда: / Под ред. проф. Малярченко В.А. – Харьков: ХГАГХ, 2002. – 398 с.
3. Г.Б. Варламов, Г.М. Любчик, В.А. Малярченко Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії. Підручник. – К.: „Політехніка”, 2003. – 232с.
4. В.А. Малярченко, Л.В. Лисак. Энергетика, довкілля, енергозбереження: Монографія / Під ред. проф. В.А. Малярченка. – Харків: „Рубікон”, 2004. – 368 с
5. Наше общее будущее: Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию (МКОСР): Пер.с англ. М.: Прогресс, 1989
6. Дж. Твайделл, А. Уэйр. Возобновляемые источники энергии. М.: Энергоатомиздат, 1990.
7. Малярченко В.А., Капцов И.И., Жиганов И.Г., Перспективы использования биоэнергетических технологий в Украине. // Интегровані технології та енергозбереження. – 2005. - №2. – С. 22-29.
8. Малярченко В.А, Соловей В.В., Яковлев А.И. Возобновляемые энергоресурсы – альтернативное топливо XXI века. // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2005.- №11. – С. 18-22.

9. Маляренко В.А, Яковлев А.И. Биодизель – альтернатива диверсификации моторных топлив. // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2006.- №3. – С. 64-74.
- 10.Енергетична стратегія України на період до 2030 року. // Інформаційно – аналітичний бюлетень «Відомості Міністерства палива та енергетики України». Спеціальний випуск. – 2006. – 113с.
- 11.Маляренко В.А, Яковлев О.І., Жиганов І.Г. Розвиток біоенергетики – важливий шлях підвищення енергонезалежності сільгосп виробника// Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2006.- №12. – с. 8-19.
- 12.Паливно – енергетичний комплекс України на порозі третього тисячоліття / під заг. ред. А.К. Шидловського, М.П. Ковалка – К.: Українські енциклопедичні знання. – 2001. – 400 с.
- 13.Мхитарян Н.М. Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников. Опыт и перспективы. – Киев: Наукова думка, 1999. – 320с.
- 14.Энергетический менеджмент / Под общей ред. А.В.Праховника. – К.:ИЕЕ НТУУ „КПИ”, 2001.- 472с.
- 15.Энергетический менеджмент в промышленности. Учебный курс. Комиссия Европейских Сообществ. Программа ТАС13. Энергоцентр ЕС в Минске, 1995.