



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ  
И НАУКИ УКРАИНЫ**  
Донецкий национальный технический университет

Кафедра «Промышленная теплоэнергетика»

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ**  
**ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ**

**Часть 1.**  
**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННОГО**  
**ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

для студентов специальности  
7.000008 «Энергетический менеджмент»

Утверждено  
на заседании кафедры  
«Промышленная теплоэнергетика»,  
протокол № 7 от 1 марта 2004 г.

Утверждено  
на заседании учебно-издательского совета ДонНТУ  
протокол № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2004 г.

Донецк, ДонНТУ, 2004

УДК 620.9

Конспект лекций по дисциплине «Источники энергии», часть 1. «Общая характеристика современного энергетического производства» для студентов специальности 7.000008 «Энергетический менеджмент». Гридин С.В., Сафьянц С.М. – Донецк: ДонНТУ, 2004. – 82 с.

Ил. 14. Табл. 28. Библиограф. 11 назв.

Конспект лекций предназначен для студентов, магистрантов, аспирантов вузов, факультетов и специальностей направления «Энергетика», изучающих дисциплину «Источники энергии».

В части I учебного пособия дана общая характеристика современного энергетического производства; рассмотрены составляющие традиционной и нетрадиционной энергетики, а также перспективы развития мировой энергетики. В 4 и 5 главах рассмотрена концепция государственной энергетической политики Украины на период до 2020 года, потенциал и базовые тенденции ТЭК Украины. В заключении даны предложения по энергетической стратегии Украины.

Представленные материалы также могут быть рекомендованы преподавателям и инженерно-техническим работникам, занимающимся проблемами эффективного энергоиспользования в различных сферах хозяйственной деятельности.

Составители: С.В. Гридин  
С.М. Сафьянц

Рецензенты: Г.Г. Пятышкин  
В.А. Павлюков

**Этот конспект лекций издан за счет средств Британского Совета в Украине (British Council Ukraine) в соответствии с Программой регионального академического партнерства (REAP), договор № REAP/UKR/395/41/0018D от 1.10 2003 г.**

© Гридин С.В., Сафьянц С.М., 2004  
© Донецкий национальный технический университет, 2004  
© Британский Совет в Украине (British Council Ukraine), 2004

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Лекция 1. ВВЕДЕНИЕ. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА. ТРАДИЦИОННАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ЕЕ ХАРАКТЕРИСТИКА.....	5
Лекция 2. НЕТРАДИЦИОННАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ЕЕ ХАРАКТЕРИСТИКА..... ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА.....	10 12
Лекция 3. ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА (продолжение).....	17
Лекция 4. ГЕЛИОЭНЕРГЕТИКА .....	24
Лекция 5. ГЕЛИОЭНЕРГЕТИКА (продолжение).....	24
Лекция 6. БИОЭНЕРГЕТИКА .....	35
Лекция 7. МАЛАЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКА.....	40
Лекция 8. ДРУГИЕ ВИДЫ НЕТРАДИЦИОННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.....	45
Лекция 9. ДРУГИЕ ВИДЫ НЕТРАДИЦИОННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ (продолжение)....	52
Лекция 10. ДРУГИЕ ВИДЫ НЕТРАДИЦИОННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ (продолжение)...	58
Лекция 11. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.....	63
Лекция 12. КОНЦЕПЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ УКРАИНЫ НА ПЕРИОД ДО 2020 ГОДА.....	68
Лекция 13. ОСНОВЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ УКРАИНЫ. ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ВНЕШНИХ ИСТОЧНИКОВ СНАБЖЕНИЯ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ В УКРАИНУ .....	74
Лекция 14. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ УКРАИНЫ.....	80
ЛИТЕРАТУРА.....	83

## Лекция 1. ВВЕДЕНИЕ. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Энергетика* — область общественного производства, охватывающая энергетические ресурсы, выработку, преобразование, передачу и использование различных видов энергии.

Наиболее часто в современной энергетике выделяют традиционную и нетрадиционную энергетики (рис. 1.1).

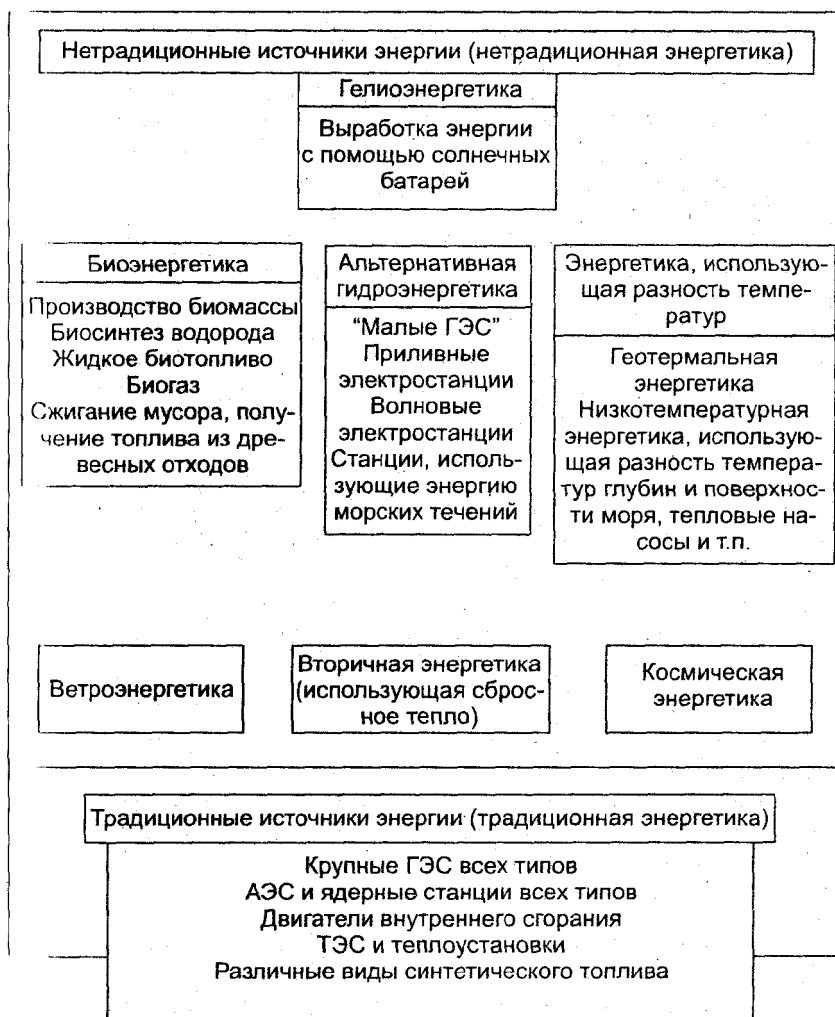


Рис. 1.1. Традиционная и нетрадиционная энергетика.

Энергетика каждого государства функционирует в рамках созданных соответствующих энергосистем.

*Энергосистемы* — совокупность энергетических ресурсов всех видов, методов и средств их получения, преобразования, распределения и использования, обеспечивающих снабжение потребителей всеми видами энергии.

В энергосистемы входят:

- электроэнергетическая система;
- система нефте- и газоснабжения;
- система угольной промышленности;

- ядерная энергетика;
- нетрадиционная энергетика.

Из всех вышеперечисленных в Украине наиболее представлена электроэнергетическая система.

*Электроэнергетическая система* — объединение электростанций, связанных линиями электрической передачи (ЛЭП) и совместно питающих потребителей электроэнергией.

Энергетика - одна из форм природопользования. В перспективе, с точки зрения технологии, технически возможный объем получаемой энергии практически, неограничен, однако энергетика имеет существенные ограничения по термодинамическим (тепловым) лимитам биосферы. Размеры этих ограничений видимо близки к количеству энергии, усваиваемой живыми организмами биосферы в совокупности с другими энергетическими процессами, идущими на поверхности Земли. Увеличение этих количеств энергии, вероятно, катастрофично или, во всяком случае, кризисно отразится на биосфере.

## ТРАДИЦИОННАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ЕЕ ХАРАКТЕРИСТИКА

Традиционную энергетику главным образом разделяют на электроэнергетику и теплоэнергетику.

Наиболее удобный вид энергии — электрическая, которая может считаться основой цивилизации. Преобразование первичной энергии в электрическую производится на электростанциях: ТЭС, ГЭС, АЭС.

Примерно 70 % электроэнергии вырабатывают на ТЭС. Они делятся на конденсационные тепловые электростанции (КЭС), вырабатывающие только электроэнергию (рис. 1.2), и теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), которые производят электроэнергию и теплоту.

Основное оборудование ТЭС — котел-парогенератор, турбина, генератор, конденсатор пара, циркуляционный насос (рис. 1.2).

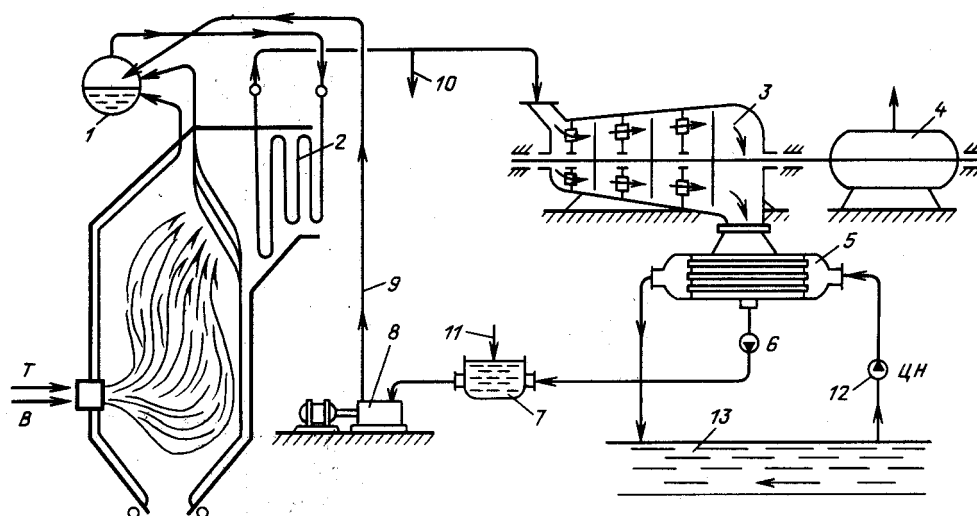


Рисунок 1.2. Схема простейшей конденсационной тепловой электростанции:

1 — паровой котел; 2 — пароперегреватель; 3 — турбина; 4 — электрогенератор; 5 — конденсатор; 6 — конденсатный насос; 7 — бак питательной воды; 8 — питательный насос; 9 — линия питательной воды котла; 10 — условная линия потерь пара и конденсата на ТЭС; 11 — подвод добавочной воды для восполнения потерь; 12 — циркуляционный насос; 13 — источник охлаждающей воды (водоем).

В котел подается топливо и воздух (Т и В на рис. 1.2). В котле парогенератора при сжигании топлива выделяется тепловая энергия, которая преобразуется в энергию водяного пара. В турбине энергия водяного пара превращается в механическую энергию вращения. Генератор превращает механическую энергию вращения в электрическую. Схема ТЭЦ отличается тем, что по ней, помимо электрической энергии, вырабатывается и тепловая путем отвода части пара и нагрева с его помощью воды, подаваемой в тепловые магистрали.

Есть ТЭС с газотурбинными установками. Рабочее тело в них — газ с воздухом. Газ выделяется при сгорании органического топлива и смешивается с нагретым воздухом. Газовоздушная смесь при 750—770 °С подается в турбину, которая вращает генератор. ТЭС с газотурбинными установками более маневренна, легко пускается, останавливается, регулируется. Но их мощность в 5—8 раз меньше паровых.

Процесс производства электроэнергии на ТЭС можно разделить на три цикла: химический — процесс горения, в результате которого теплота передается пару; механический — тепловая энергия пара превращается в энергию вращения; электрический — ме-

механическая энергия превращается в электрическую.

Общий КПД ТЭС состоит из произведения КПД ( $\eta$ ) циклов:

$$\eta_{\text{ТЭС}} = \eta_{\text{х}} \cdot \eta_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{э}},$$

$$\eta_{\text{х}} \approx \eta_{\text{э}} \approx 90 \text{ \%}.$$

КПД идеального механического цикла определяется так называемым циклом Карно:

$$\eta_{\text{м}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100 \text{ \%},$$

где  $T_1$  и  $T_2$  — температура пара на входе и выходе паровой турбины. На современных ТЭС  $T_1 = 550^\circ\text{C}$  ( $823 \text{ }^\circ\text{K}$ ),  $T_2 = 23^\circ\text{C}$  ( $296 \text{ }^\circ\text{K}$ ).

$$\eta_{\text{м}} = \frac{823 - 296}{823} \cdot 100 \text{ \%} = 63 \text{ \%}.$$

$$\eta_{\text{ТЭС}} = 0,9 \cdot 0,63 \cdot 0,9 = 0,5 \text{ \%}.$$

Практически с учетом потерь  $\eta_{\text{ТЭС}} = 36\text{—}39 \text{ \%}$ . Из-за более полного использования тепловой энергии КПД ТЭС = 60-65%.

Атомная электростанция отличается от ТЭС тем, что котел заменен ядерным реактором. Теплота ядерной реакции используется для получения пара (рис. 1.3).

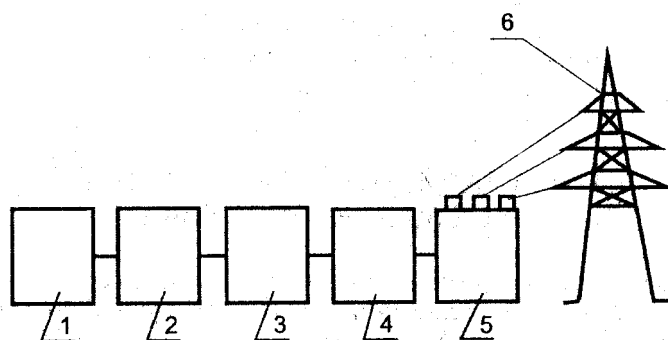


Рисунок 1.3. Принципиальная схема атомной электростанции:

1 - реактор; 2 - парогенератор; 3 - турбина; 4 - генератор;  
5 - трансформатор; 6 - электролинии.

Первичной энергией на АЭС является внутренняя ядерная энергия, которая при делении ядра выделяется в виде колоссальной кинетической энергии, которая, в свою очередь, превращается в тепловую. Установка, где идут эти превращения, называется реактором.

Через активную зону реактора проходит вещество теплоноситель, которое служит для отвода тепла (вода, инертные газы и т.д.). Теплоноситель уносит тепло в парогенератор, отдавая его воде. Образующийся водяной пар поступает в турбину. Регулирование мощности реактора производится с помощью специальных стержней. Они вводятся в активную зону и изменяют поток нейтронов, а значит, и интенсивность ядерной реакции.

Природное ядерное горючее атомной электрической станции — уран. Для биологической защиты от радиации используется слой бетона в несколько метров толщиной.

При сжигании 1 кг каменного угля можно получить  $\approx 2,85 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$  электроэнергии, а при расходе 1 кг ядерного топлива вырабатывается 23 млн. кВт·ч электроэнергии.

Более 2000 лет человечество использует водную энергию Земли. Теперь энергия воды используется на гидроэнергетических установках (ГЭУ) трех видов: 1) гидравлические электростанции (ГЭС); 2) приливные электростанции (ПЭС), использующие энергию приливов и отливов морей и океанов; 3) гидроаккумулирующие станции (ГАЭС), на-



капливающие и использующие энергию водоемов и озер.

Гидроэнергетические ресурсы в турбине ГЭУ преобразуются в механическую энергию, которая в генераторе превращается в электрическую.

Таким образом, основными источниками энергии являются твердое топливо, нефть, газ, вода, энергия распада ядер урана и других радиоактивных веществ.

## Лекция 2. НЕТРАДИЦИОННАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ЕЕ ХАРАКТЕРИСТИКА

*Альтернативная энергетика* - сфера энергетики, которая обеспечивает изготовление электрической, тепловой и механической энергии из альтернативных источников энергии. Правовые, экономические, экологические и организационные основы использования альтернативных источников энергии и содействие расширению их использования в топливно-энергетическом комплексе определены в законе Украины №555-IV от 20 февраля 2003 года «Об альтернативных источниках энергии». Согласно закона, *альтернативные источники энергии* – это возобновляемые источники, к которым относят энергию солнечного излучения, ветра, морей, рек, биомассы, тепла Земли, и вторичные энергетические ресурсы, которые существуют постоянно или возникают периодически в окружающей среде.

Главным фактором роста энергопроизводства является рост численности населения и прогресс качества жизни общества, который тесно связан с потреблением энергии на душу населения. Сейчас на каждого жителя Земли приходится 2 кВт, а признанная норма качества — 10 кВт (в развитых странах). Если все население Земли рано или поздно должно иметь душевое потребление 10 кВт, то с учетом теплового барьера численность населения не должна превышать 10 млрд чел. Таким образом, развитие энергетики на невозобновляемых ресурсах ставит жесткий предел численности населения планеты. Однако уже через 75 лет население Земли может достигнуть 20 млрд человек. Отсюда видно: уже сейчас надо думать о сокращении темпов прироста населения примерно вдвое, к чему цивилизация совсем не готова. Очевиден надвигающийся энергодемографический кризис. Это еще один веский аргумент в пользу развития нетрадиционной энергетики.

Многие специалисты энергетики считают, что единственный способ преодоления кризиса — это масштабное использование возобновляемых источников энергии: солнечной, ветровой, океанической, или как их еще называют нетрадиционных. Правда, ветряные и водяные мельницы известны с незапамятных времен, и в этом смысле они — самые, что ни есть традиционные. В наши дни поворот к использованию энергии ветра, солнца, воды происходит на новом более высоком уровне развития науки и техники.

К 2010 году страны Европейского союза (ЕС) планируют увеличить использование нетрадиционных источников энергии до 8% в общем объеме энергопотребления. По оценкам специалистов института энергосбережения и энергоменеджмента НТУУ «КПИ» в Украине теоретически от нетрадиционных источников энергии можно получить до 60% от общего объема энергопотребления; техническая возможность ограничивается 20%, а экономически целесообразно использовать 5-8 % в период до 2010 года.

Удельные мощности нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ) для сопоставления и сравнения с традиционными источниками представлены в табл. 2.1.

Говоря о НВИЭ, необходимо также отметить, что многие из них на единицу произведенной электроэнергии и обеспечение функционирования требуют определенного расхода природных источников энергии (табл. 2.2).

Использование альтернативных источников энергии имеет особенности, в частности обусловленные природными условиями, а именно:

- зависимостью от атмосферных и других условий окружающей среды;
- наличием водных ресурсов маленьких рек, необходимых для работы гидроэнергетического оборудования;
- наличием биомассы, количество которой зависит от объемов ежегодных урожаев;

- наличием геотермальных источников и буровых скважин, пригодных для производства и использования геотермальной энергии;
- наличием тепловых выбросов, объемы которых зависят от функционирования предприятий промышленности;
- периодичностью природных циклов, вследствие чего возникает несбалансированность производства энергии, выработанной из альтернативных источников;
- необходимостью согласования и сбалансирования периодичности передачи объемов энергии, выработанной из альтернативных источников, в частности передачи электрической энергии, в объединенную энергетическую систему Украины.

Таблица 2.1. Удельные мощности нетрадиционных возобновляемых источников энергии

Источник	Мощность, Вт/м <sup>2</sup>	Примечание
Солнце	100—250	
Ветер	1500—5000	При скорости 8 — 12 м/с, может быть и больше в зависимости от скорости ветра
Геотермальное тепло	0,06	
Ветровые океанические волны	3000 Вт/пог.м	Может достигать 10 000 Вт/пог.м
Для сравнения: Двигатель внутреннего сгорания Турбореактивный двигатель Ядерный реактор	Около 100 кВт/л До 1 МВт/л	

Таблица 2.2. Энергетические потребности для производства электроэнергии при использовании возобновляемых источников

Тип энергетической установки	Расход энергии природного источника на единицу произведенной электроэнергии, отн.ед.
Установка на биомассе	0,82—1,13
ГеоТЭС	0,08—0,37
ГЭС	
Малой мощности	0,03—0,12
Большой мощности	0,09—0,39
Солнечная фотоэлектрическая установка:	
Наземная	0,47
Спутниковая	0,11—0,48
Солнечная теплоустановка (зеркала)	0,15—0,24
Приливная станция	0,07
Ветроэнергетическая установка	0,06—1,92
Волновая станция	0,3—0,58

Рассмотрим указанные особенности альтернативной энергетики подробнее.

### *Ветроэнергетика*

*Ветровая энергетика* — это получение механической энергии от ветра с последующим преобразованием ее в электрическую. Имеются ветровые двигатели с вертикальной и горизонтальной осью вращения (рисунок 2.1). Энергию ветра можно успешно использовать при скорости более 5 м/с. Недостатком является шум ветрогенераторов, вызывающий резонансные колебания почвы. Поэтому при строительстве ветровых электростанций (ВЭС) большой суммарной мощности в непосредственной близости от населенных пунктов необходимо учитывать этот фактор.



*Рисунок 2.1. Ветровые двигатели с горизонтальной осью вращения.*

Ориентиром в определении технического потенциала Украины могут служить официальные оценки возможной доли ветроэнергетики в сложившейся структуре электропотребления таких стран, как Великобритания и Германия. Доля ветроэнергетики в этих странах оценена в 20%.

Потенциал энергии ветра в мире огромен. Последние инженерные успехи в строительстве ветровых генераторов, способных работать при низких скоростях, делают использование ветра экономически оправданным. Однако ограничения на строительство ВЭС, особенно в густонаселенных районах, значительно снижают этот потенциал.

Наибольшая доля (до 3%) в производстве электроэнергии ВЭС получена в 1993 г. в Дании, где ветровые турбины рассеяны по всей стране. Строительство современных ВЭС началось здесь в конце 70-х годов. В начале 80-х в штате Калифорния (США) наблюдался особенно интенсивный рост ВЭС. Принятие здесь закона о налоговых льготах на инвестиции в возобновляемые источники энергии в дополнение к федеральным налоговым льготам создало благоприятную обстановку. В результате Калифорния превратилась в мирового лидера по производству электроэнергии из ветра. США могут потерять это лидерство, так как в ЕС поставили цель вырабатывать в 2005 г. 8 тыс. МВт·ч электроэнергии с помощью ВЭС, что составляет 1% нынешних потребностей ЕС в электроэнергии. Дания, Германия и Нидерланды должны довести к этому времени суммарную мощность ВЭС по крайней мере до 5 тыс. МВт.

В Русской империи к началу минувшего столетия насчитывалось около 2500 тысяч ветряных мельниц общей мощностью  $1 \cdot 10^6$  кВт. После 1917 года мельницы остались без хозяев и постепенно разрушились. Правда, делались попытки использовать энергию ветра уже на научной и государственной основе. В 1931 г. близ Ялты была построена наи-

большая к тому времени ветроэнергетическая установка (ВЭУ) мощностью 100 кВт, а позднее разработан проект агрегата на 5000 кВт. Но реализовать его не удалось, так как Институт ветроэнергетики, который занимался этой проблемой, был закрыт.

Расчеты специалистов показывают, что технически доступный ветроэнергетический потенциал только на суше стран бывшего СССР примерно в 10 раз больше потенциала всех рек на этих территориях (годовой ветроэнергетический потенциал составляет около 20000 млрд. кВт·ч). Напомним, что ежегодная валовая выработка электроэнергии в СССР достигала 1500 миллиардов кВт·ч. Такое количество энергии можно было бы снимать от ветра только в одной Архангельской области, а в Ямало-Ненецком округе – в 2 раза, в Красноярском крае – в 5 раз, в Казахстане – в 3 раза больше. Значительный ветроэнергетический потенциал имеется в Коми и особенно на Украине (рис. 2.2, табл. 2.3).

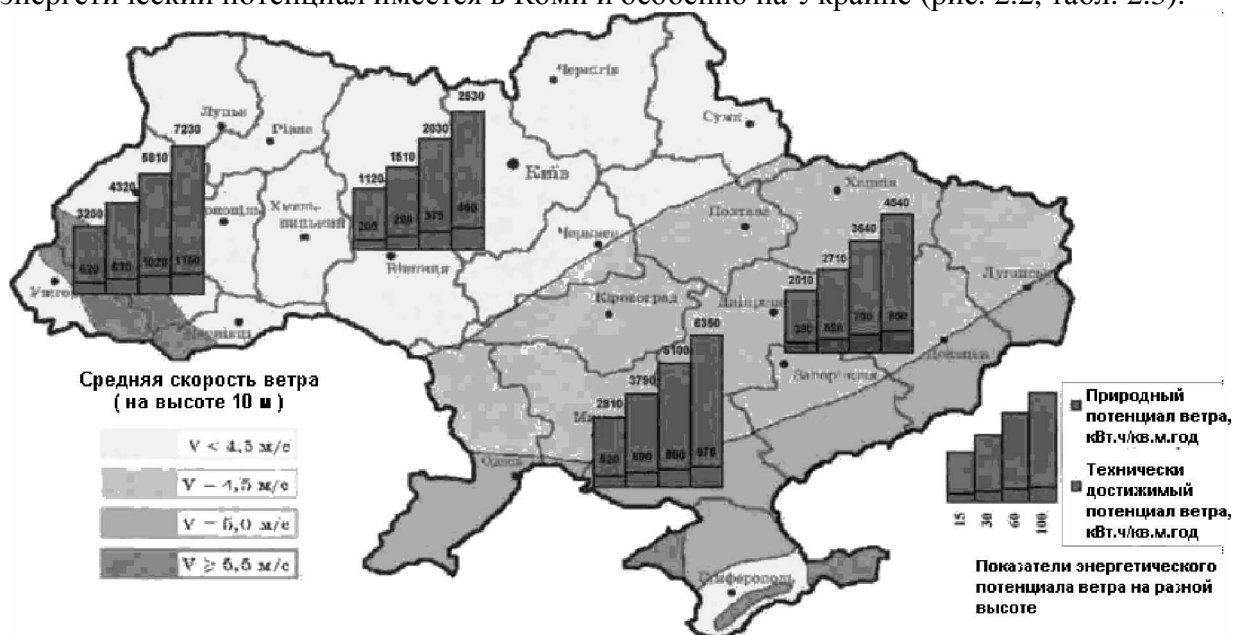


Рисунок 2.2. Энергетический потенциал ветра на территории Украины.

Таблица 2.3. Удельный энергетический потенциал ветровой энергии в Украине

№ района	Среднегодовая скорость ветра, $V_{ср}$ , м/с	Высота, м	Естественный потенциал ветра, кВт·ч/м <sup>2</sup> год	Технически достижимый потенциал ветра, кВт·ч/м <sup>2</sup> год
1	<4,25	15	1120	200
		30	1510	280
		60	2030	375
		100	2530	460
2	4,5	15	2010	390
		30	2710	520
		60	3640	700
		100	4540	850
3	5,0	15	2810	520
		30	3790	690
		60	5100	860
		100	6350	975
4	5,5	15	3200	620
		30	4320	830
		60	5810	1020
		100	7230	1150

Украина имеет мощные ресурсы ветровой энергии: годовой технический ветро-энергетический потенциал равен 30 млрд. кВт·ч. На рис. 2.2 и в табл. 2.3 представлены данные по районированию территории Украины по скоростям ветра и приведен удельный энергетический потенциал ветра на разной высоте соответственно зонам районирования.

В условиях Украины с помощью ветроустановок возможно использование 15÷19% годового объема энергии ветра, который проходит через площадь поверхности вращения ветроколеса. Ожидаемые объемы производства электроэнергии с 1 м<sup>2</sup> площади вращения ветроколеса в перспективных регионах составляют 800÷1000 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год.

Эксплуатация тихоходных многолопастных ветроустановок с повышенным вращающим моментом для выполнения механической работы (помола зерна, поднятие и перекачка воды и т.п.) эффективна практически на всей территории Украины.

В наши дни стоимость ветровой энергии снижается на 15% в год и даже сегодня может конкурировать на рынке, а главное — имеет перспективы дальнейшего снижения в отличие от стоимости энергии, получаемой на АЭС (последняя повышается на 5% в год); при этом темпы роста ветроэнергетики в настоящее время превышают 25% в год. Использование энергии ветра в различных государствах набирает силу (рис. 2.3, табл. 2.4).

Опыт освоения энергии ветра в развитых государствах показывает, что наиболее оптимальными являются ветроустановки мощностью более 100 кВт, особенно в диапазоне 200—500 кВт. При этом себестоимость (15—20 коп. за 1 кВт·ч) электроэнергии, произведенной на ветроэлектростанции, дешевле, чем на теплоэлектростанции (рис. 2.4).

Суммарная мощность ВЭУ сегодня в Украине приближается к 30 МВт. По данным [4], суммарная мощность в конце 1999 года равнялась 11,4 МВт, а в конце 2000 года уже 24,15 МВт. Таким образом, прирост составил более 100 процентов. К 2010 г. планируется эту цифру довести до 0,8-1 ГВт. При этом украинские ВЭС работают с низкой эффективностью, в два и более раз меньшей, чем в Германии или Дании. По данным специалистов датской Организации по вопросам возобновляемой энергии OVE и украинской «Енергія майбутнього століття» это объясняется в некоторых случаях тем, что неправильно выбраны площадки для ВЭС. Кроме того, ВЭУ располагаются на площадках неоптимальным образом — без учета местного рельефа и взаимного влияния агрегатов при различных направлениях ветра.

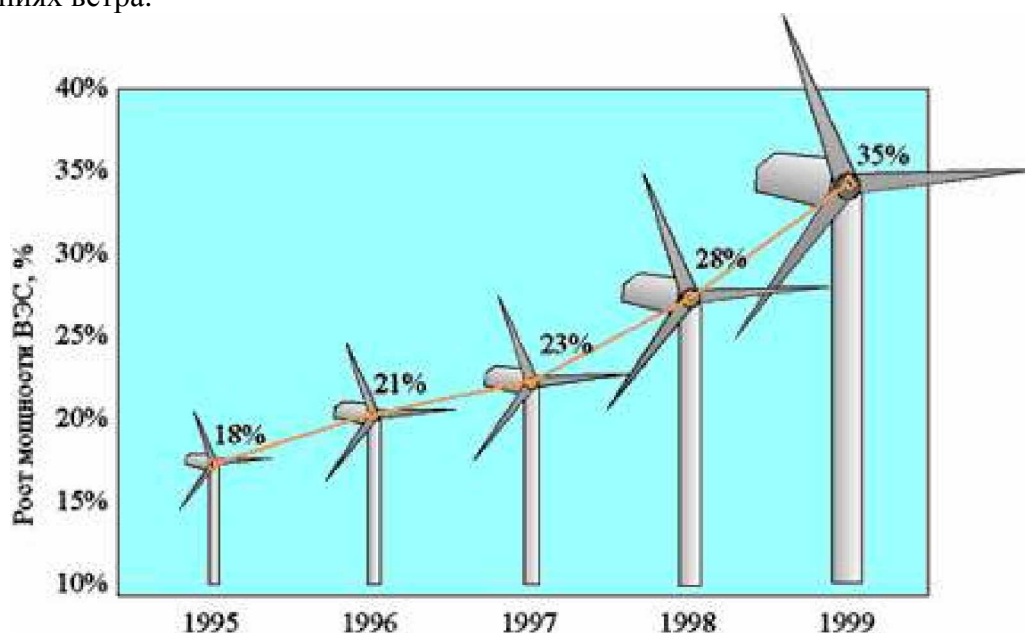


Рисунок 2.3. Рост мощности действующих в мире ВЭС (с 1995 по 1999 гг.).

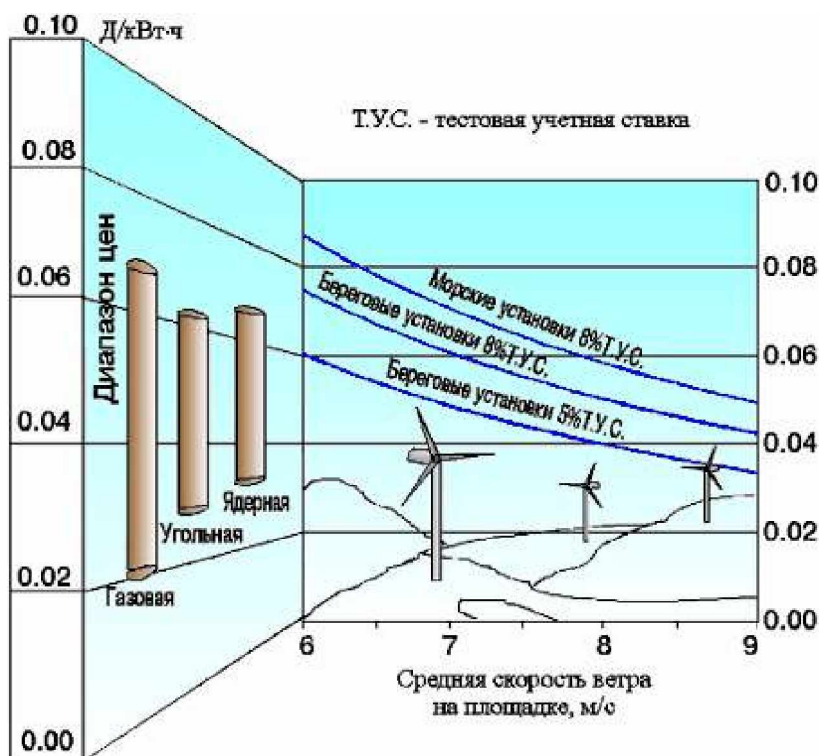


Рисунок 2.4. Тестовая учетная ставка стоимости ветровой электроэнергии.

Таблица 2.4. Развитие ветроэнергетики в странах мира

Государство	Мощности ветроэлектростанций, введенных в 1995 г., МВт	Суммарные действующие мощности ветроэлектростанций по состоянию на 1996 г., МВт
Германия	500	1132
Индия	375	576
Дания	98	637
Нидерланды	95	219
Испания	58	133
США	53	1654
Швеция	29	69
Китай	14	44
Италия	11	33
Другие	57	370
Всего	1289	4897

В то же время Украина остается единственной страной бывшего Советского Союза, в которой активно развивается ветроэнергетика. Ветроэнергетика Украины имеет достаточный опыт производства, проектирования, строительства, эксплуатации и обслуживания как ветроэнергетических установок, так и ветроэнергетических станций; в стране есть достаточно высокий научно-технический потенциал и развитая производственная база. Здесь налажено серийное производство ветроагрегатов. Количество ВЭУ украинского производства мощностью более 100 кВт, установленных на существующих ВЭС, приближается к тремстам. В подавляющем большинстве это лицензионные ВЭУ USW56-

100 мощностью 107,5 кВт. К сожалению, ВЭУ USW56-100 разработана в 80-х годах и морально устарела. Объем производства электроэнергии с 1 м<sup>2</sup> площади вращения ветроколеса составляет только 2,11 кВт/м<sup>2</sup>. Расчет теоретического значения коэффициента использования установленной мощности с параметрами ветра V=6,2 м/с дает величину 0,186. Опыт эксплуатации показал, что на известных украинских ВЭС трудно ожидать использование мощности ВЭУ USW56-100 выше 0,15 (типичное значение этой величины для современных западных ВЭУ составляет от 0,25 до 0,35). Может быть, исключением является мыс Меганом в Крыму из-за исключительных ветровых условий. Возможно, существуют и другие подобные площадки.

Кроме того, установлены ветроагрегаты АВЭ-250С (200кВт), ВЭУ-220 (220 кВт), ВЭУ-500 (500 кВт), ЕСО-0420 (420 кВт). Известная своей оригинальной конструкцией с вертикальной осью вращения ВЭУ ЕСО-0420 несколько лет стоит в неисправном состоянии на территории одного из санаториев в Евпатории. К сожалению, у украинских разработчиков не оказалось финансовых средств, необходимых для доведения единственного экземпляра этого типа ВЭУ до работоспособного состояния. На ЗАТ "Оснастка-Энерго" на Волини изготовлено 40 комплектов узлов к ветротурбине УЯЖ 56-100 (цена – около 20 тыс. гривен). Налаживание масштабов их производства сдерживается недостаточным финансированием и отсутствием заказов.

Существует отлаженная система выпуска ВЭУ, в которой задействовано 33 украинских предприятия [4]. В процессе производства используется рыночный принцип конкуренции. Каждый элемент конструкции ВЭУ может быть произведен двумя-тремя предприятиями. Это позволяет поддерживать затраты при изготовлении ВЭУ на низком уровне. Цена одного кВт номинальной мощности составляет около 430 долларов США и остается стабильной в течение нескольких лет [4]. Это примерно в два раза ниже уровня западных цен. На конец 2000 года было изготовлено 282 ветроагрегата, из них 216 находились в эксплуатации. В середине 2001 года число установленных ВЭУ USW56-100 приблизилось к тремстам.

Обычным явлением стали запуски ВЭУ мощностью более мегаватта. Очевидно, что и будущее украинской ветроэнергетики связано с производством и использованием ВЭУ нового поколения большей мощности, не менее 600 кВт.

В последнее время развитию ветроэнергетического сектора оказывает содействие государственная поддержка, которая обеспечивает реализацию инициатив по усовершенствованию законодательства, структуры управления, созданию выгодных условий для внутренних и внешних инвесторов. В стране действует Комплексная программа строительства ветровых электростанций [1], разработанная согласно Указу Президента Украины от 2 марта 1996 г. №159 «О строительстве ветровых электростанций» и одобренная Постановлением Кабинета Министров Украины от 2 февраля 1997 года. №137. В начале 2000 года были разработаны «Изменения и дополнения к Комплексной программе строительства ветровых электростанций» [2]. В документе уточнены основные положения Комплексной программы [1] с учетом опыта развития ветроэнергетики в Украине.

Финансирование Комплексной программы формируется за счет надбавки, предусмотренной в тарифе за электроэнергию, в размере 0,75% от реализации. В период 1997-1998 г.г. общий объем финансирования должен был составить примерно 220 млн. гривен. Однако, из-за существующей в стране проблемы неплатежей, в частности, за потребленную электроэнергию, реально на счет программы поступило только 17,3% указанной суммы. По этой причине выполнение программы было замедлено.

Ситуация с неплатежами улучшилась в 2000 году. В результате Комплексная программа получила около 40% положенного финансирования, что сразу же положительно сказалось на ускорении темпов строительства ВЭС.



В соответствии с Комплексной программой строительства ВЭС в Украине до 2010 года уже выполнены и выполняются следующие мероприятия:

- строительство в Херсонской области 7 ВЭС общей мощностью около 150 МВт (первая очередь Асканийской ВЭС 0,65 МВт с последующим наращиванием ее мощности до 50 МВт);
- ввод в строй опытно-промышленная Аджигольская ВЭС, налажено производство ге-лиоколлекторов, технически обеспечено внедрение средств учета и регулирования потребления топливно-энергетических ресурсов;
- осуществить запуск и испытания единственного экземпляра ВЭУ-500, разработанного в Украине (ГКБ «Южное», г. Днепропетровск). Эта ВЭУ установлена на Акташской ВЭС;
- размещать ВЭУ (учитывая ограниченность финансирования Комплексной программы) в двух регионах – в АР Крым и Донецкой области, а также в Карпатах и других регионах [2], на площадях, не задействованных в хозяйстве (пастбища и участки гор, не покрытые лесами, мелководные акватории искусственных и естественных водоемов, озер, лиманов, заливов и морей). Например, в заливе Азовского моря Сиваше (площадь акватории — около 2 700 км<sup>2</sup>) возможно разместить до 135 тыс. МВт общей мощности ВЭС. Для сооружения ВЭС может быть использована практически вся площадь Азовского моря, а в Черном море только на Одесской банке возможно разместить ВЭС мощностью до 20 тыс. МВт.

### Лекция 3. ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА (продолжение)

Реализация государственных национальных программ в области ветроэнергетики на 2010 год предусматривает общее годовое производство электроэнергии на ветроэлектростанциях и автономных ветроустановках около 5,71 млн. МВт·ч, что позволит обеспечить около 2,5 процентов от общего годового электроспотребления в Украине.

Первые украинские ВЭС проектировались разными организациями, имевшими опыт работы только в традиционной энергетике. Выбор места для всех существующих в настоящий момент ВЭС диктовался наличием общих, часто недостаточных, метеоданных для регионов и, в большей мере, практическими обстоятельствами. Примером может служить самая крупная на данный момент Донузлавская ВЭС. Решение о выборе места для нее было продиктовано согласием местных властей о быстром предоставлении земли под строительство. В 1992 году скорость принятия решения была критичной для развития сотрудничества между украинскими и американскими компаниями. Если бы решение о строительстве Донузлавской ВЭС не было принято вовремя, судьба лицензионных ВЭУ украинского производства могла бы оказаться иной.

С другой стороны, в результате быстрого выбора площадка Донузлавской ВЭС оказалась не лучшей с точки зрения ветропотенциала. Как следствие этого, недовыработка электроэнергии здесь составляет около 30%.

Немногим лучше обстоят дела на других существующих ВЭС. Сакская, Новоазовская, ряд других малых ВЭС также строились в условиях недостатка метеорологических данных и недостаточного учета особенностей рельефа.

Известно, что мощность ветрового потока возрастает пропорционально кубу скорости. Скорость ветра зависит от разных факторов – окружающего рельефа, мелкомасштабной структуры поверхности Земли и наличия на поверхности природных и антропогенных объектов (рис. 3.1). Поэтому выбор площадки с точки зрения максимальной скорости ветра имеет определяющее значение для последующей эффективной работы ВЭС.

Существуют современные средства учета этого влияния. Это, например, английская программа WindFarm, разработанная компанией ReSoft и пакет программного обеспечения WAsP датской лаборатории RISO. И та, и другая программа позволяют рассчитать параметры ветрового потока и эффективность работы ВЭУ для конкретного места на земной поверхности, воспользовавшись информацией о скорости и направлении ветра в регионе и данными о местном рельефе.

В процессе выполнения проекта по программе ТАСИС с использованием лицензионной программы WAsP специалистами Крымэнерго был построен так называемый ветроатлас первого уровня Крыма. Были определены наиболее перспективные участки для строительства ВЭС (см. рисунок 3.2). Критериями для выбора были средняя скорость ветра, а также наклон земной поверхности, протяженность участков и инфраструктура.



а)



б)



в)



г)

Рисунок 3.1. Примеры расположения действующих ВЭУ:  
а – на горных равнинах; б – вдоль морских побережий;  
в – в сельской местности; г – на островах.

Легко видеть, что расположение новых ВЭС (7-10) выбрано с учетом данных о ветропотенциале. Кроме ветряков, вырабатывающих электричество, есть вторая – несколько меньшая группа ветряков, используемая для поднятия воды из колодцев. Эти агрегаты представляют особый интерес для развивающихся стран, расположенных в жарких климатических поясах.

Для сравнения рассмотрим опыт Дании, где еще в 90-х годах XIX столетия были разработаны первые в мире ветряные электрогенераторы, а уже к 1910 году там было построено несколько сот мелких установок. Еще через пару лет датская промышленность получала от ветряных генераторов общей мощностью 150–200 МВт четверть необходимой ей электроэнергии.

В этой стране широкое использование энергии ветра и ветротехники сопровождается исследованием всей территории страны с точки зрения запасов энергии ветра, а также влияния элементов ландшафта на эффективность ветроустановок. С этой целью создан Атлас ветров, охвативший всю территорию страны (рис. 2.2). Разработаны также методы учета особенностей ландшафта. Ландшафт характеризуется четырьмя классами – от нулевого до третьего.

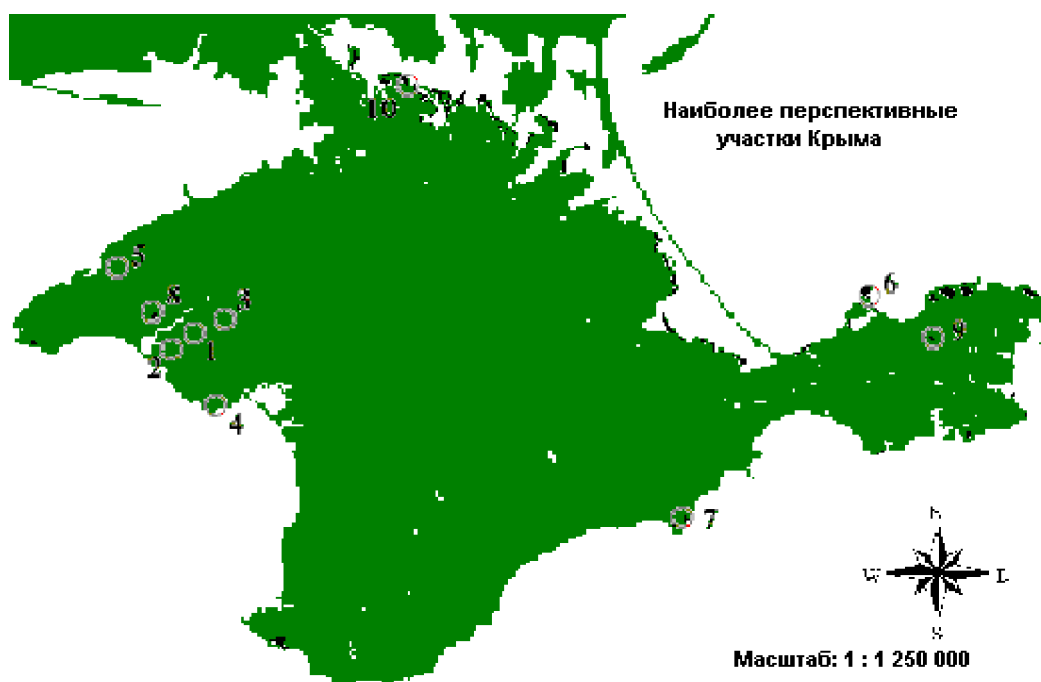


Рисунок 3.2.

*Наиболее перспективные участки для строительства ВЭС по данным программы ТАСИС (черные точки) и реальное расположение ВЭС в Крыму (светлые кольца).*

*1 – Донузлавская ВЭС, 2- Сакская (Мирновский участок), 3 – Сакская (Воробьевский участок), 4 – Евпаторийская, 5 – Черноморская, 6 – Акташская, 7 – Судакская, 8 – Тарханкутская, 9 – Пресноводненская, 10 – Западно-Сивашская.*

Нулевой класс ранжирования, которому соответствуют десять условных единиц энергии, – открытые водные пространства. Это наилучшее место для установки ветряков. Уже сейчас в таких странах, как Дания, на некоторых участках побережья можно видеть длинные ряды ветряков (рис. 3.1, б), а в будущем предполагается вообще выносить их в море (рис. 3.1, г). Так, в России мелководные акватории Финского залива обладают ог-

ромными ветроэнергетическими ресурсами: их оценивают в 150 млрд. кВт·ч в год. В одном только районе к юго-западу от острова Котлин и до города Ломоносова, где среднегодовая скорость ветра 8,4 м/с, с помощью современных установок можно получить около 25 миллиардов кВт·часов в год, это приблизительно годовая выработка АЭС в Сосновом Бору под Санкт-Петербургом, за закрытие которой так ратуют многие ученые и общественные деятели.

Первый класс ранжирования, которому соответствуют семь условных единиц энергии, представлен открытыми пространствами без строений – полями, лугами. Это лучшее место для монтирования ветряков на суше (рис. 3.1, а).

Второй класс ранжирования, соответствующий пяти сравнительным единицам энергии, представлен сельским ландшафтом с отдельными зданиями и расстоянием между лесозащитными полосами не менее километра (рис. 3.1, в).

Третий класс ранжирования, которому соответствуют лишь три условных единицы энергии, считается нерентабельным. Он представлен застроенными участками, лесами и сельской местностью с многочисленными лесозащитными полосами.

Благодаря этим мероприятиям в Дании на начало 2000 г. около 6% общего энергопотребления покрывалось за счет возобновляемых источников энергии, в первую очередь энергии ветра.

Хотя средняя скорость ветра (4,1 м/с) в Украине считается недостаточной для массового развития ветроэнергетики по сравнению с другими странами Европы (например, в Голландии — до 15 м/с), у нас существует большой технически доступный потенциал энергии ветра ( $\approx 150$  МВт) на сотнях отдельных мест и территорий, на которых можно устанавливать современные ветроустановки. Кроме того, энергия ветра — величина непостоянная, помимо ветряков, необходимо ставить резервные мощности по производству электроэнергии. В настоящее время кадастр ветроэнергетических площадок включает 800 позиций на территории Украины.

Применение ветроустановок для производства электроэнергии в промышленных масштабах наиболее эффективно в регионах Украины, где среднегодовая скорость ветра  $> 5$  м/с (рис. 2.2): на Азово-Черноморском побережье, в Одесской, Херсонской, Запорожской, Донецкой, Луганской, Николаевской областях, АР Крым и в районе Карпат.

Рассмотрим эту ситуацию по регионам страны. Средняя годовая скорость ветра достигает в районе Шацких озер (Волинская область) до 5 м/с, этот потенциал на сегодня не используется.

На Тернопольщине в кабинетах местной власти уже давно ведутся разговоры о использовании энергии ветра. В Бережанском районе, согласно областной и районной программ, профинансированы работы по определению целесообразности размещения ветросиловых установок в 9 селах. Вопрос упирается в тот факт, что одна ветровая установка, которую задумали здесь установить, стоит около 64 тыс. долларов. К тому же, рядом необходимо разместить не менее десяти таких же. А монтаж, пусконаладочные работы?!

И хоть для работы ветряков на севере области есть благоприятные места — с соответствующим перепадом высот, малонаселенные уголки, где влияние вихревого поля не имеет пагубных последствий (поскольку иначе гибнут птицы, плохо чувствуют себя люди), ветровая энергетика — удовольствие не из дешевых. Себестоимость 1 кВт·ч электроэнергии, выработанной с помощью ветра, достигает 15—20 коп. и резко контрастирует с энергией воды, наиболее дешевой из всех видов. Ее себестоимость колеблется в рамках 3—5 коп. за один кВт·ч. Возникает логичный вопрос: не с обновления ли малой гидроэнергетики стоит начинать развитие так называемых нетрадиционных или альтернативных источников электроэнергии?

И все-таки, несмотря на малую скорость ветра, энергетический потенциал Тернопольщины достаточен для развития ветроэнергетики (см. табл. 3.1).

Таблица 3.1. Средняя месячная и годовая скорость ветра, (м/с)

Название метеостанции	Высота флюгера (м)	Месяц												Год
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Белая криница	15	4	4,1	4	3,7	3	2,7	2,3	2,4	2,7	3,2	4,2	4,6	3,4
Тернополь	12	4	4,3	4,2	3,5	3,4	3,0	2,6	2,8	2,7	3,2	4	3,8	3,4
Бережаны	12	3,2	3,4	3,6	3	2,7	2,5	2,2	2,2	2,2	2,7	3,5	3,3	2,9
Чотков	13	3,2	3,6	3,5	3	2,8	2,4	2,2	2,2	2,2	2,0	3,3	2,9	2,9

Лучше ситуация в Донбассе. Так, максимальные скорости ветра в Донецке достигают 20-30м/с. Хотя опыт показывает, что данные о среднегодовых скоростях ветра, полученные метеостанциями Украины, непригодны для прогноза производства электроэнергии с помощью ВЭС из-за того, что их погрешность зачастую составляет 40-70%.

Оптимальным подходом при выборе места строительства ВЭС была бы предварительная установка нескольких современных приборов регистрации характеристик ветра, по возможности на разных высотах, непрерывный мониторинг скорости и направления ветра в течение одного или нескольких лет и дальнейший анализ полученных данных с помощью компьютерных средств.

Величина ВЭС влияет на ее экономические показатели. Доля инфраструктуры в общей стоимости ВЭС, а также составляющая эксплуатационных затрат в стоимости электроэнергии уменьшаются с увеличением размера ВЭС. Экономический анализ показывает, что строительство ВЭС, установленная мощность которых не превышает 20-30 МВт, нецелесообразно (см. табл. 3.2).

В таблице 3.2. приводятся данные о производстве электроэнергии украинскими ВЭС в 2000 году и с момента начала эксплуатации [4].

Таблица 3.2. Данные о производстве электроэнергии украинскими ВЭС в 2000 году и с момента начала эксплуатации [4].

ВЭС	Район	Мощность, МВт		Электроэнергия, МВт·час	
		в 2000	Всего	в 2000	Всего
Донузлавская	Зап. Крым	3.54	9.24	3317	15137
Сакская (Мирновский уч)	Зап. Крым.	2.48	4.96	1344.6	2893.8
Новоазовская	Донецкая область	5.38	8.28	2075.9	2651.7
Трускавецкая	Вост. Крым	-	0.75	263.7	930.4
Асканийская	Зап. Крым	-	0.32	123.0	350.4
Аджигольская	Николаевская область	-	0.60	425.2	1367.4
Акташская	Вост. Крым	-	?	-	1035.6
Черноморская	Зап. Крым	-	0.8	-	856.8
<b>Всего</b>		<b>11.4</b>	<b>24.15*</b>	<b>7549.4</b>	<b>25223</b>

\* учтены только работающие ВЭУ

Коэффициент использования номинальной мощности функционирующих ВЭС (Аджигольской, Донузлавской, Сакской, Судакской и Акташской) в 2000 году составил 0,083-0,070. Это достаточно низкая величина по мировым стандартам. Основной причиной низкого использования номинальной мощности часто называют низкую техническую готовность оборудования из-за отсутствия финансирования и невозможности своевременного приобретения запасных частей.

Однако основной причиной, по мнению многих специалистов, зачастую является недостаточный ветровой поток на площадках ВЭС. Это подтверждается тем, что по результатам 2000 года средняя продолжительность контакторного (рабочего) времени ВЭУ например, на Донузлавской ВЭС равнялась 21%, то есть ВЭУ работали только пятую часть времени. При этом затраты времени на все ремонтные и профилактические работы составили только 6,8% [4]. Средняя вырабатываемая мощность для контакторных часов составила 0,338 от номинала. По измерениям, проведенным на ВЭС, средняя скорость ветра в течение 2000 года оказалась равной 4,97 м/с на высоте ротора (18 м).

Лучшие результаты показывает Судакская ВЭС, расположенная на мысе Меганом. ВЭС начала работу в феврале 2001 года и уже в марте для шести первых ВЭУ коэффициент использования установленной мощности составил 0,154, что является рекордом для украинских ВЭС. Для первых четырех месяцев эксплуатации эта величина равна 0,11. Техническая готовность в течение четырех первых месяцев эксплуатации изменялась от 0,59 в марте до 0,91 в мае

Существуют два основных подхода к развитию ветроэнергетики в Украине.

Первый заключается в том, что необходимо производить лицензионные ВЭУ большей мощности. Сегодня Украина обладает позитивным опытом освоения производства ВЭУ USW56-100. Это был сложный и многолетний процесс. Несмотря на относительно простую конструкцию по сравнению с современными западными ВЭУ мегаваттного класса, внедрение сопровождалось проблемами. В качестве примеров можно привести неудачу с производством лопастей из украинских клеящих материалов или некачественное изготовление точных механических узлов. В случае USW56-100 все эти проблемы были решены.

Освоение техники нового поколения будет не менее сложным. Сейчас можно только догадываться о тех проблемах, которые могут возникнуть при освоении производства ВЭУ, сложность которых превышает имеющиеся образцы. Возможно, на первом этапе имеет смысл использовать комплектующие западного производства.

Вторая точка зрения заключается в развитии ветроагрегатов украинской конструкции. К сожалению, опыт показал, что самостоятельная разработка «с нуля» в условиях экономического кризиса и недостаточного финансирования затягивается на много лет. ВЭУ морально устаревают еще на стадии опытной эксплуатации, несмотря на то, что в процессе разработки приобретает ценный опыт. Из-за длительности разработки возрастает стоимость работ, что негативно влияет на перспективы самоокупаемости.

Существует еще один вариант - импорт бывших в эксплуатации западных ВЭУ по остаточной стоимости. Реализация этого варианта дала бы возможность приобрести опыт работы с западными ВЭУ без больших инвестиций. Конечно, этот подход также требует привлечения валютных средств.

Сегодня выходом из создавшегося положения может быть объединение накопленного всеми украинскими разработчиками и производителями опыта создания и внедрения ВЭУ 100-200 киловаттного класса для совместного освоения, внедрения и последующего самостоятельного развития современных мегаваттных ВЭУ.

В течение по крайней мере 2001-2002 гг. велись переговоры о возможном произ-

водстве в Украине лицензионной техники с компаниями из Японии (Сумимото), Дании (Вестас, Микон) и Германии (Genesys, ДеВинд, Нордекс) [2].

Планируемое развитие ВЭУ в период 2000 – 2010 годов показано в таблице 3.3 [2]. Видно, что по мере освоения серийного производства и наращивания производства ВЭУ большой мощности планируется постепенное снижение производства ВЭУ USW 56-100

Таблица 3.3. Планируемое развитие ВЭУ в период 2000 – 2010 годов.

Годы	Количество ВЭУ		Мощность ВЭУ, МВт		
	USW 56-100	600 кВт	USW 56-100	600 кВт	Всего
2000	80	2	8.6	1.2	9.8
2001	86	6	9.2	3.6	12.8
2002	636	51	68.4	30.6	99.0
2003	900	100	96.8	60	156.8
2004	1200	150	129.0	90	219.0
2005	1000	200	107.5	120	227.5
2006	610	270	65.6	162	227.6
2007	220	340	23.7	204	227.7
2008	110	380	11.8	228	239.8
2009		450		270	270.0
2010		500		300	300.0
<b>Всего</b>	<b>4842</b>	<b>2449</b>	<b>520.6</b>	<b>1469.4</b>	<b>1990.0</b>

Планы строительства, проектирования и исследований площадок для ВЭС на 2001 год (для ВЭС > 5 МВт) показаны в таблице 3.4 [1].

Таблица 3.4. Планы строительства ВЭС на 2001 г.

ВЭС	Район	Мощность, МВт	Комментарии
Донузлевская	Западный Крым	10,9	Окончание строительства
Судакская	Крым, Меганом	5	Окончание строительства первой очереди (1,29 МВт)
Сакская (Мирновский участок)	Западный Крым	17	Строительство 2-й и 3-й очередей (3.5 и 2.15 МВт). Начало строительства 4-й очереди (1.5 МВт)
Тарханкутская	Западный Крым	70	Начало строительства (2.25 МВт), проектирование и строительство 2-й очереди (3.55 МВт), исследование возможности установки больших ВЭУ (>600 кВт)
Новоазовская	Донецкая область	50	Окончание строительства 1-го ветрополя (13.3 МВт), проектирование и начало строительства 2-го ветрополя (2.15 МВт)
Пресноводненская	Восточный Крым	25	Проектирование, определение ветропотенциала и мест установки ВЭУ
Сивашская	Северный Крым	18	Определение ветропотенциала и мест установки ВЭУ
Глобинская	Полтавская область	50	Определение ветропотенциала и мест установки ВЭУ

В течение последних лет переговоры с иностранными партнерами о приобретении лицензии на производство ВЭУ мощностью 1 МВт активизировались. По некоторым данным, переговоры находятся на заключительном этапе.

Уровень готовности предприятий Украины для производства лицензионных ВЭУ достаточно высокий. Для подготовки производства ВЭУ будет развиваться стратегия, позволяющая поступательно наращивать долю украинских компонентов при сборке, максимально использовать уже существующее оборудование, применяемое сегодня для производства USW 56-100.

Большие перспективы есть у роторной ветроэнергетической установки (производства республики Беларусь) по использованию энергетического потенциала ветра. На сегодняшний день она пока является нетрадиционным источником энергии, своего рода ноу-хау в области энергосбережения. По своим техническим характеристикам она не имеет аналогов в мире. Установка способна работать при скорости ветра 3 метра в секунду, что характерно для континентального климата Украины.

Расчеты показывают, что энергия ветра в Украине может позволить ежегодно производить 6,5—7,0 млрд. кВт·ч электрической энергии, что эквивалентно использованию около 2 млн т у.т. в год.

Однако следует учитывать, что ветроагрегаты используют не весь потенциал энергии ветра, поэтому при внедрении важно определить количественные показатели ВЭУ по степени утилизации ветроэнергоресурсов.

В заключении отметим, что Украина была, есть и должна оставаться пионером ветроэнергетической промышленности среди стран бывшего СССР. В Украине есть все предпосылки для дальнейшего развития ветроэнергетики. Это и достаточный ветропотенциал значительной части территории Украины, и научно-технический потенциал с многолетним опытом работы, и наличие промышленных предприятий, способных и уже умеющих выпускать ветроагрегаты.

#### Лекция 4. ГЕЛИОЭНЕРГЕТИКА

*Гелиоэнергетика* — получение энергии от Солнца. Имеется несколько технологий солнечной энергетики для создания систем автономного бесперебойного энергообеспечения. Эти системы используют как постоянный, так и переменный ток и адаптированы к различным видам и значениям напряжения. В состав систем входят:

- фотоэлектрогенераторы для прямого преобразования энергии излучения Солнца, собранные из большого числа последовательно и параллельно соединенных обработанных монокремниевых пластин (так называемые фотоэлектрические солнечные модули - *солнечные батареи*). Пластины покрыты специальным составом, выдерживающим любые погодные условия (град; высокие, низкие температуры; перепады температур от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ ; влагонепроницаемы и т.д.). Гарантийный срок эксплуатации – до 25 лет;
- аккумуляторы (устройства для накопления преобразованной энергии излучения Солнца). Различают по типу (специальные, необслуживаемые, закрытого типа) и по составу (кислотные, щелочные, гелиевые). Срок службы от 2 до 20 лет;
- контроллеры заряда (для продления срока службы аккумулятора за счет регулировки его заряда; могут автоматически включать освещение постоянного тока при наступлении сумерек);
- инверторы (преобразователи постоянного тока в переменный с чистым синусоидаль-



ным сигналом на выходе). Автоматически отключаются при перегрузке, перегреве, коротком замыкании, переразряде аккумуляторов; могут настраиваться на параметры тока. Вес – от 0,45 кг до 60 кг, габаритные размеры – 240×240×95 мм, мощность - от 0,09 кВт до 10 кВт.

Солнечные установки имеют модульный принцип наращивания мощности, они просты в монтаже и демонтаже, надежны и долговечны. При их эксплуатации не требуются традиционные коммуникации. Они экологически чисты, так как получение электроэнергии от лучей Солнца не дает вредных выбросов в атмосферу, производство стандартных силиконовых солнечных батарей также причиняет мало вреда. Разработаны многообещающие элементы из тонкопленочных (толщиной 1-2 мкм) полупроводниковых материалов: хотя их КПД низок (не более 16% даже в лабораторных условиях), они имеют невысокую стоимость (не более 10% от стоимости современных солнечных батарей). Однако производство в широких масштабах многослойных элементов с использованием арсенида галлия или сульфида кадмия сопровождается вредными выбросами.

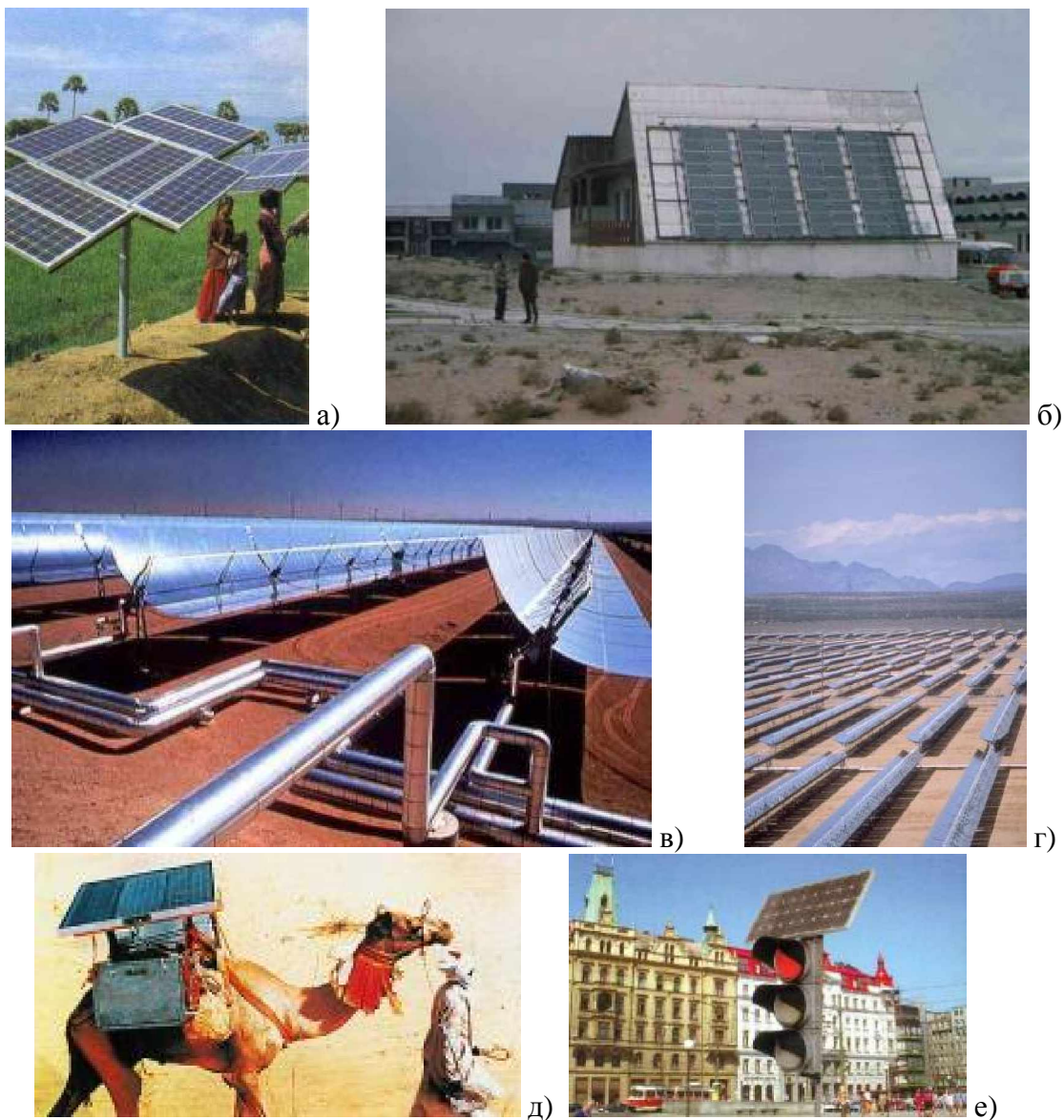
Солнечные батареи занимают много места. Так, солнечный модуль «SOLAR Kw» производства ООО «Энергетические технологии и системы» (г. Киев) мощностью 50 Вт имеет размеры 783×594×34 мм и вес 5,5 кг, а модуль мощностью 120 Вт - 2080×1330×40 мм при весе 20 кг. Вся установка при суммарной мощности 200 Вт (4 солнечных батареи мощностью 50 Вт) имеет габариты 1500×2000×800 мм. Однако в сравнении с другими источниками, например с углем, солнечные батареи вполне приемлемы. Более того, они могут помещаться на любых площадках (на крышах домов, офисов, гаражей, вдоль шоссе-ных дорог и т.п.), а также использоваться вместо кровельного покрытия либо совместно с ним в богатых солнцем районах Земли. Их можно устанавливать с постоянным углом наклона к земной поверхности или с переменным углом (для максимального использования его потенциала). При этом КПД солнечных батарей в середине 70-х лет в лабораторных условиях достигал 18%, в данное время - 28,5% для элементов из кристаллического кремния и 35% - для элементов из двухслойных пластин арсенида галлия и антимона галлия.

Особенности солнечных батарей позволяют располагать их на значительном расстоянии, а модульные конструкции можно легко транспортировать и устанавливать в различных местах (рис. 4.1). Поэтому солнечные батареи, применяемые в сельской местности и в отдаленных районах, дают более дешевую электроэнергию. И, конечно, солнечных лучей по всему земному шару найдется больше, чем других источников энергии.

Жители отдаленных районов используют энергию солнечных батарей для освещения, радиовещания и других бытовых нужд. Практическое применение солнечной энергии следует отметить также для сушки разных видов сельскохозяйственной продукции, опреснения воды в южных регионах, при подъеме воды из скважин, на нужды здравоохранения. Мощность таких установок составляет от нескольких ватт (портативные модули для средств связи и измерительных приборов) до нескольких МВт (площадью в несколько миллионов квадратных метров).

Главной причиной, сдерживающей использование солнечных батарей, является их высокая стоимость, которая постоянно снижается благодаря развитию более эффективных и дешевых технологий. Так, например, цена автономной системы электроснабжения типового коттеджа с суточным потреблением 3-4 кВт на базе модулей «SOLAR Kw» для широты г. Киева (50°с.ш.) составляет от 3000 у.е. Кроме того, на проектирование, установку и наладку подобной системы требуется еще как минимум 10% от стоимости системы. Нынешняя стоимость солнечной электроэнергии равняется 4,5 дол. за 1 Вт мощности и, как результат, цена 1 кВт·ч электроэнергии в 6 раз дороже энергии, полученной традиционным путем сжигания топлива. В 1970 г. 1 кВт·ч электроэнергии, выработанной с по-

мощью солнечных установок в Европе, стоил 60 дол., в 1980 г. - 1 дол., в 2000 г. - 20-30 центов. Благодаря этому спрос на солнечные батареи в развитых странах Европы растет на 30% в год, ежегодный объем их продажи превышает (по мощности) 50 МВт.



*Рисунок 4.1. Примеры расположения солнечных батарей:  
а, б – в сельской местности; в, г – на пустынных равнинах;  
в – в отдаленных местностях; е – в городских условиях.*

Когда же цена производства солнечной энергии сравнивается с ценой энергии от сжигания топлива, оно получит еще более широкое распространение, причем с начала 90-х гг. темпы роста гелиоэнергетики составляют 16 % в год, в то время как мировое потребление нефти растет на 1,5 % в год.

По климатическим условиям Украина относится к регионам со средней интенсивностью солнечной радиации (рис. 4.2). Минимальные величины солнечного излучения наблюдаются в декабре. Сезонный период, когда использование солнечной энергии реально для Украины, приходится на апрель — сентябрь, для южных районов на март — октябрь. Количество суммарной солнечной радиации, поступающей на единицу площади

горизонтальной поверхности в течение года составляет здесь от 1070 кВт·ч/м<sup>2</sup> в северной части Украины до 1400 кВт·ч/м<sup>2</sup> и выше в АР Крым (или 3500-5200 МДж/м<sup>2</sup> в год), что не меньше, чем в Австрии, Германии, США, Швеции и др., считающихся наряду с «солнечными странами» лидирующими в Европе по выпуску и применению гелиоэнергетического оборудования стран.

Количество годовой энергии солнечной радиации в крупных городах Украины: Симферополь - 4,99 ГДж/м<sup>2</sup>, Одесса - 4,88 ГДж/м<sup>2</sup>, Донецк - 4,44 ГДж/м<sup>2</sup>, Киев - 4,12 ГДж/м<sup>2</sup>, Сумы — 3,89 ГДж/м<sup>2</sup>, Львов — 3,85 ГДж/м<sup>2</sup>. По уровню интенсивности солнечного излучения страна может быть поделена на три или четыре региона - Западный, Центральный, Юго-Восточный и Южный. Средняя интенсивность солнечного излучения составляет около 1200 кВт·ч/м<sup>2</sup>. Например, продолжительность светового дня в Киеве с апреля по октябрь составляет 130-300 часов в месяц, что не меньше, чем в других городах Центральной Европы, где солнечная энергия широко используется с целью теплоснабжения помещений.

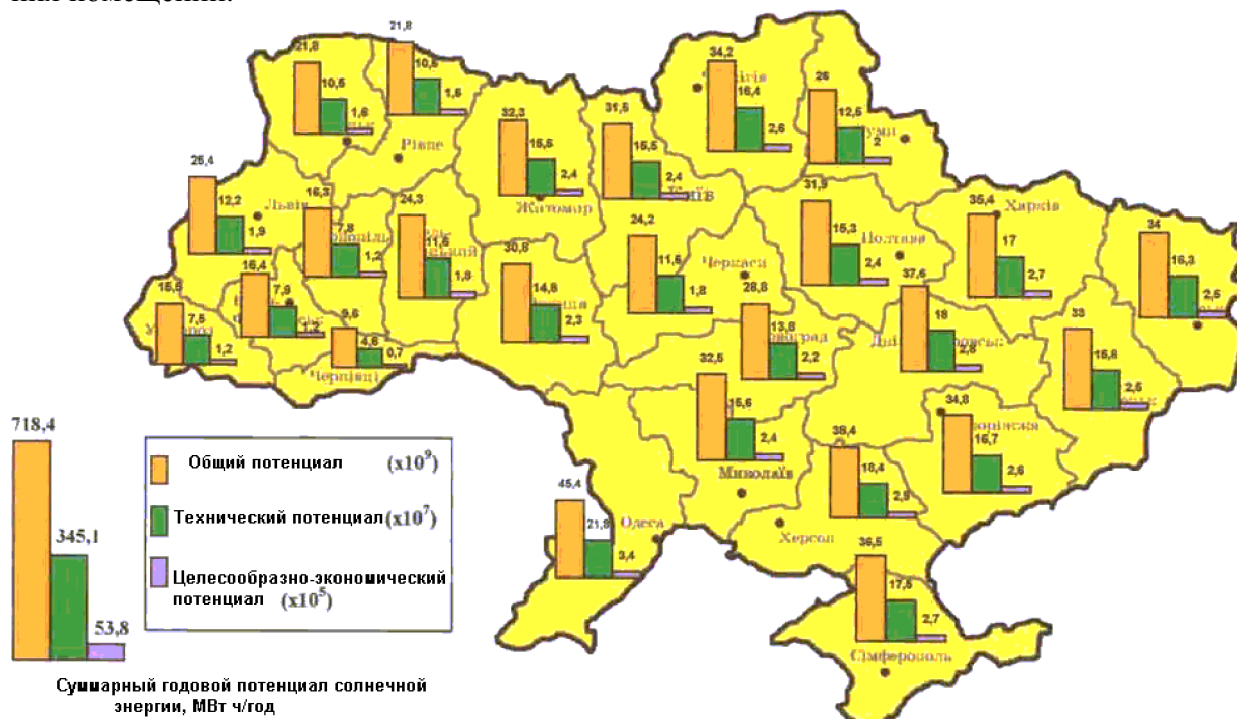


Рисунок 4.2. Потенциал солнечной энергии на территории Украины.

Вся территория Украины пригодна для развития солнечного теплоснабжения (табл. 4.1). Проведенный сравнительный анализ продолжительности солнечного сияния и прихода суммарной солнечной радиации в странах Западной Европы с умеренным климатом, расположенных между 45 и 60°с.ш., показал, что Украина по продолжительности солнечного сияния имеет близкие значения с этими странами, а по приходу среднемесячной солнечной радиации даже превосходит северную часть Германии, Швецию, Данию, Великобританию (табл. 4.1).

Например, территории, которые прилегают к побережью Азовского и Черного морей, имеют значительный потенциал солнечного излучения и энергии ветра. Такие обстоятельства оказывают содействие внедрению мероприятий по получению и использованию нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. В 1998 году в Херсонской области начаты работы по оборудованию зон отдыха, которые расположены на побережьях морей, гелиоустановками для приготовления горячей воды. До 2010 года запла-

нировано установить гелиосистемы на 35 жилых многоэтажных домах г. Херсона. Общий потенциал солнечной энергии в Тернопольской области составляет 16300000000 МВт·ч/год, технический – 7800000000 МВт·ч/год.

Таблица 4.1. Суммарный годовой потенциал солнечной энергии на территории Украины

№ п/п	Области	Потенциал солнечной энергии МВт×ч/год		
		Общий потенциал (×10 <sup>9</sup> )	Технический потенциал (×10 <sup>7</sup> )	Целесообразно – экономический потенциал (×10 <sup>5</sup> )
1	Винницкая	30,8	14,8	2,3
2	Волынская	21,8	10,5	1,6
3	Днепропетровская	37,6	18	2,8
4	Донецкая	33	15,8	2,5
5	Житомирская	32,3	15,5	2,4
6	Закарпатская	15,5	7,5	1,2
7	Запорожская	34,8	16,7	2,6
8	Ивано-Франковска	16,4	7,9	1,2
9	Киевская	31,5	15,5	2,4
10	Кировоградская	28,8	13,8	2,2
11	Луганская	34	16,3	2,5
12	Львовская	25,4	12,2	1,9
13	Николаевская	32,5	15,6	2,4
14	Одесская	45,4	21,8	3,4
15	Полтавская	31,9	15,3	2,4
16	Ровенская	21,8	10,5	1,6
17	Сумская	26	12,5	2,0
18	Тернопольская	16,3	7,8	1,2
19	Харьковская	35,4	17	2,7
20	Херсонская	38,4	18,4	2,9
21	Хмельницкая	24,3	11,6	1,8
22	Черкасская	24,2	11,6	1,8
23	Черновицкая	9,6	4,6	0,7
24	Черниговская	34,2	16,4	2,6
25	АР Крым	36,5	17,5	2,7
	Всего	718,4	345,1	53,8

Объем рынка установки солнечных коллекторов для горячего водо- и теплоснабжения в 1999 году в развитых европейских странах составил около одного миллиона квадратных метров. Темп прироста объема рынка находился на уровне 30 %. В целом в Европе общая площадь солнечных установок в 2000 году превысила 10<sup>6</sup> м<sup>2</sup>. Интересно отметить, что темпы увеличения площади в Европе отличались во много раз для стран с одинаковыми климатическими условиями. Так, например, удельная площадь солнечных коллекторов, установленных в течение 1999 года, в Австрии и Греции составила 15 - 18 м<sup>2</sup> на тысячу жителей, в Финляндии – 1,4 м<sup>2</sup>, а в Великобритании и Франции менее 0,2 м<sup>2</sup>.

Средняя площадь солнечных коллекторов на одного жителя в Европе в конце 1999 года достигала в Греции – 0,25 м<sup>2</sup>, Австрии – 0,18 м<sup>2</sup>, Дании – 0,05 м<sup>2</sup> и Швейцарии –

0,033 м<sup>2</sup>. Развивается два типа солнечного теплоснабжения - без долговременного аккумуляирования тепла, когда доля солнечной энергии в общем количестве потребляемого тепла ограничена (максимум 20 % в климатических условиях северных европейских стран) и с сезонной аккумуляцией, при которой доля солнечной энергии может достигать 80-100 %. В первом случае теплоснабжение обычно комбинируется с системой горячего водоснабжения. В результате получают так называемые солнечные комбинированные системы. Объединение двух функций улучшает качество предоставляемых услуг и уменьшает их себестоимость. В таких странах, как Германия или Австрия, комбинированные системы охватывают большую часть рынка солнечных нагревателей воды. Во втором случае, технические проблемы долговременного аккумуляирования тепла и высокая стоимость метода все еще остаются барьером для широко использования. Несмотря на это, в Европе уже реализовано несколько больших демонстрационных проектов.

В Украине реализовано несколько десятков экспериментальных проектов в разных отраслях народного хозяйства. В настоящее время около десяти предприятий в разных регионах нашей страны освоили выпуск солнечных коллекторов разных конструкций. Стоимость солнечных коллекторов находится в диапазоне 60-150 долл. США за кв. метр. При этом общий выпуск коллекторов не превышает нескольких сот квадратных метров в год. Общая площадь солнечных коллекторов, установленных в Украине, составляет приблизительно 10000 м<sup>2</sup>, что соответствует примерно тысяче отдельных установок. Таким образом, средняя площадь солнечных коллекторов на одного жителя Украины в конце 2003 года достигала 0,00021 м<sup>2</sup>.

Среди них системы горячего водоснабжения жилых и общественных зданий, лечебно-оздоровительных учреждений; солнечные приставки к топливным и электрическим котельным, обслуживающие промышленные, сельскохозяйственные и коммунальные предприятия; малые автономные установки для индивидуальных жилых домов и предприятий бытового обслуживания. По оценкам, сделанным украинскими специалистами, срок окупаемости внедренных экспериментальных установок солнечного водо- и теплоснабжения составляет от пяти до десяти лет.

Однако, при использовании солнечной энергии для получения тепловой, в частности, для отопления жилищ, необходимо учитывать тот факт, что в условиях нашей страны 80% энергии Солнца приходится на летний период, когда нет необходимости отапливать жилье. Кроме того, солнечных дней в году не во всех регионах страны достаточно для того, чтобы использование солнечных батарей стало экономически целесообразным.

Другой возможностью использования солнечной энергии является активно развивающаяся концепция строительства солнечных зданий. Под этим обычно подразумевают комбинацию солнечного теплоснабжения, фотоэлектричества, пассивного нагрева и естественного освещения. Данный подход может быть использован для всех типов зданий и в любых климатических условиях (с учетом различий для жилых и коммерческих зданий). В северных странах Европы доминирует потребность в отоплении, а в южных более важным является охлаждение. Для коммерческих зданий кондиционирование и электрическое освещение часто вносит больший вклад в энергопотребление, чем отопление. Хорошо сконструированное солнечное здание может быть практически независимым от дополнительных источников тепла. При выполнении отдельных демонстрационных проектов в Европе получено уменьшение потребления энергии в четыре и более раза.

В 1997 году Кабинетом Министров утверждена "Программа государственной поддержки развития нетрадиционных и возобновляемых источников энергии и малой гидро- и теплоэнергетики" [1]. Были сформулированы наиболее перспективные *направления использования солнечной энергии*, а именно:

- пассивное использование солнечной энергии методом строительства домов "солнеч-

- ной архитектуры";
- непосредственное преобразование в низкопотенциальную тепловую энергию без предварительной концентрации потока солнечной радиации для горячего водоснабжения, теплоснабжения и нужд сельского хозяйства;
- непосредственное преобразование в электрическую энергию постоянного тока с помощью фотопреобразователей.

#### Лекция 5. ГЕЛИОЭНЕРГЕТИКА (продолжение)

Программа является частью Национальной энергетической программы, одобренной Верховным Советом Украины, которая предусматривает увеличение доли нетрадиционных и возобновляемых источников энергии до 8 % к 2010 году. В частности, программой предусмотрено сооружение солнечных коллекторов общей площадью до 10 млн. квадратных метров. Их рекомендуется устанавливать в коттеджах и загородных домах. Они экономичнее традиционных угольных котлов.

Государственным комитетом Украины по делам градостроительства и архитектуры утверждена "Комплексная программа по использованию нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в архитектуре и градостроительстве", рекомендуемая три типа установок солнечного теплоснабжения для массовой установки: солнечные приставки к котельным; системы сезонного действия для отдельных объектов и модульные установки солнечного нагрева воды. В законе "Об альтернативных источниках энергии" предусмотрен ряд стимулирующих мер, например, финансирование развития альтернативных источников энергии за счет надбавок, предусмотренных в оптовых тарифах на электроэнергию, а также общий принцип экономического стимулирования.

В Украине многие постройки 50-60-х годов нуждаются в ремонте и модернизации. Это дает прекрасную возможность использования солнечных технологий в процессе ремонта и реконструкции. На теплоснабжение зданий используется около 40 % всего расходуемого топлива. В Украине существующие дома имеют теплопотребление более 250 кВт·ч/м<sup>2</sup>. В условиях Украины с помощью естественного нагрева солнце обеспечивает не менее 15 % тепла от общей потребности обычных зданий. Если проектирование зданий проводить с учетом энергетического потенциала климата местности и условий для саморегулирования теплового режима зданий, то расход энергии на теплоснабжение можно сократить на 20—60 %, вклад солнца в потреблении тепла при этом может составить 40 % и более при общем снижении удельного годового теплопотребления до 70-80 кВт·ч/м<sup>2</sup>. Для отремонтированных и модернизированных зданий вклад солнечной энергии будет меньшим, но потенциал в этом случае определяется общим большим количеством зданий.

Солнечные коллекторы позволяют обеспечить такие дома теплом, а также теплой водой для нужд проживающих в них людей. Расчеты показывают, что среднее за год значение суммарной солнечной радиации на широте г. Киева, поступающее за сутки на 20 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности, составляет 50...60 кВт·ч. Это отвечает затратам энергии на отопление дома площадью 60 м<sup>2</sup> (при том, что 10 % солнечной энергии аккумулируется летом и затраты на отопление квадратного метра в отопительный сезон составляют 70 кВт·ч при хорошей теплоизоляции стен, полов, потолков). Еще одной возможностью является эффективное использование естественного освещения. Потенциал уменьшения использования энергии для искусственного освещения с помощью контроля естественного составляет около 50 %. Если проект здания учитывает естественное освещение, может быть достигнуто и большее уменьшение.



Рынок солнечных зданий определяется стратегией интегрального проектирования. При этом важен предшествующий проектированию этап планирования, например, учет ландшафта или ориентации улиц. Для развития рынка представляется важным, чтобы проектировщики видели в солнечных зданиях товар высшего сорта для будущего потребителя. В условиях активизации строительства, наблюдаемого в Украине, важно учитывать концепцию солнечных зданий на начальной стадии проектирования. При соблюдении этого условия дополнительные затраты можно свести к минимуму.

Рынок солнечных зданий может повлиять на энергопотребление в зданиях кардинальным образом. В действительности это самый большой источник использования возобновляемой энергии, доступный в настоящее время. Количество новых зданий ограничено. Однако продолжительность существования зданий достигает 50-100 лет, поэтому очень важно начать распространение концепции солнечных зданий раньше.

Для условий эксплуатации сезонно заселенного жилья наиболее пригодной является воздушная система теплоснабжения. Воздух нагревается в солнечном коллекторе и воздуховодами подается в помещения. Преимущества применения воздушного теплоносителя в сравнении с жидкостным очевидны: нет опасности, что система замерзнет; нет необходимости в трубах и кранах; простота и дешевизна. Недостаток - невысокая теплоемкость воздуха.

Конструктивно коллектор представляет собой ряд застекленных вертикальных коробов, внутренняя поверхность которых затемнена матовой краской, которая не дает запаха при нагревании. Ширина короба 60 см. Относительно расположения солнечного коллектора на доме преимущество отдается вертикальному варианту. Он более простой в монтаже и дальнейшем обслуживании. В сравнении с наклонным коллектором (например, занимающим часть крыши), не нужны уплотнения от воды, отпадает проблема снеговой нагрузки, с вертикального стекла легко смыть пыль. Плоский коллектор, кроме прямой солнечной радиации, воспринимает рассеянную и отраженную радиацию: в пасмурную погоду, при легкой облачности, словом, в тех условиях, которые мы часто имеем. Плоский коллектор не создает высокопотенциального тепла, но для конвекционного отопления этого и не нужно, здесь достаточно иметь низкопотенциальное тепло.

Солнечный коллектор располагается на фасаде, ориентированном на юг (допустимое отклонение до 30° восточнее или на запад). Неравномерность солнечной радиации в продолжение дня, а также желание обогреть дом ночью и в пасмурный день диктует необходимость иметь тепловой аккумулятор. Днем он накапливает тепловую энергию, а ночью отдает. Для работы с воздушным коллектором наиболее рациональным считается гравийно-галечный аккумулятор. Он дешев, прост в установке. Гравийную засыпку можно разместить в теплоизолированной углубленной цокольной части дома. Теплый воздух нагнетается в аккумулятор с помощью вентилятора. Для дома площадью 60 м<sup>2</sup> объем аккумулятора составляет от 3 до 6 м<sup>3</sup> и определяется качеством выполнения элементов геосистемы, теплоизоляцией, а также режимом солнечной радиации в конкретной местности.

Система солнечного теплоснабжения дома работает в четырех режимах: отопление и аккумуляция тепловой энергии; отопление от аккумулятора; аккумуляция тепловой энергии; отопление от коллектора. В холодные солнечные дни нагретый в коллекторе воздух поднимается и через отверстия в стене поступает в помещения. Циркуляция воздуха идет за счет естественной конвекции. В ясные теплые дни горячий воздух забирется из верхней зоны коллектора и с помощью вентилятора прокачивается через гравий, заряжая тепловой аккумулятор. Для ночного отопления и на случай пасмурной погоды воздух из помещения прогоняется через аккумулятор и возвращается в комнаты по догретым. Опыт эксплуатации показывает, что сезонная экономия топлива за счет ис-

пользования солнечной энергии достигает 60%.

Системы горячего водоснабжения, базирующиеся на использовании солнечной энергии, включают в себя солнечные коллекторы (их число и площадь может варьироваться в зависимости от требований конкретного проекта) и теплонакопители (баки-аккумуляторы) емкостью 100-200 литров. Оптимальный для коммерческого использования в условиях Украины недорогой вариант — система с четырьмя коллекторами - позволяет обеспечить горячей водой (40-60°C) в летний период семью из 4—5 человек. Благодаря большой площади поверхности коллекторов система аккумулирует достаточное количество солнечной энергии даже в пасмурную погоду, а теплонакопитель большой вместимости (более 500 л) позволяет создать стратегический запас горячей воды. В период с марта по октябрь система полностью удовлетворяет потребности здания в горячей воде. Зимой установку можно интегрировать со стандартной системой отопления. Системы просты в эксплуатации и могут быть установлены потребителем самостоятельно. Они обладают большим рынком сбыта, в который входят индивидуальные домашние хозяйства в сельской и городской местности, загородные коттеджи и летние дачные домики, детские дошкольные учреждения. В условиях нестабильного электроснабжения важной особенностью является независимость от наличия электричества. Стоимость оборудования варьирует в пределах 900—3500 дол. США.

Также перспективны системы большей мощности с использованием баков-аккумуляторов емкостью 5-10 м<sup>3</sup>. Такие системы пригодны для горячего водоснабжения баз отдыха, санаториев и пансионатов. Большая часть таких объектов расположена в южной части Украины, на побережье Черного и Азовского морей и используется преимущественно летом, когда временное население на побережье возрастает в несколько раз.

Широкое использование солнечной энергии в рекреационной зоне позволило бы сократить количество сжигаемого угля, мазута и природного газа, в результате улучшив экологию региона. Однако, все перечисленные системы привлекательны для потенциального потребителя не только потому, что решают проблему замещения ископаемых видов топлива и снижения техногенной нагрузки на окружающую среду. Являясь потребительским товаром, солнечные системы улучшают условия жизни и повышают ее комфортность. Особенно это важно для сельской местности.

В системах централизованного теплоснабжения солнечные установки могут использоваться для предварительного подогрева воды с помощью солнечных приставок к котельным. Оснащение котельных солнечными приставками целесообразно осуществлять в процессе их реконструкции. При нормативном сроке амортизации котельного оборудования 20 лет, ежегодный объем реконструируемых котельных должен составлять 5 % от их общего числа.

При развитой системе государственной поддержки, с учетом имеющегося западного опыта по темпам внедрения таких систем, можно предположить, что 5 % нового строительства будет оснащаться модульными установками. Прогнозные данные по объему использования в индивидуальных жилых домах автономных модульных установок подогрева воды в связи с прогнозом объема их строительства (из расчета площади установок 5 м<sup>2</sup> солнечного коллектора на дом площадью 140 м<sup>2</sup>), как и данные по другим типам установок, представлены в таблице 5.1.

Результаты экспериментальных исследований позволили выбрать материалы, конструкцию гелиоколлекторов и схемы гелиоустановок. Разработан и внедрен ряд гелиоводоподогревателей производственного и бытового назначения. Они представляют собой легкие, компактные конструкции, собираемые по модульному принципу. В зависимости от конкретных условий можно получить установку любой производительности. Основой гелиосистем является пленочно-трубчатый адсорбирующий коллектор. Он обладает вы-



сокой адсорбирующей способностью, благодаря чему даже небольшие дозы солнечного излучения превращаются в полезную тепловую энергию. Теплообменники, входящие в состав систем, изготавливаются из специальных материалов, исключающих коррозию или замерзание. Пробные гелиосистемы устанавливаются на земле, плоских и скатных крышах, в вагонах-бытовках и т.д. Гелиоустановки могут подключаться к централизованной системе отопления или работать автономно с заправкой бака-накопителя требуемой емкости. Приблизительная цена систем составляет 400 дол. США.

*Таблица 5.1. Прогнозные данные по объему использования автономных модульных установок подогрева воды*

Тип гелиоустановок (площадь в тыс. м <sup>2</sup> )	2005 г.	2010 г.	1996-2010 г.г.
Приставки к котельным	371,0	695,0	4184,0
Учреждения отдыха	345,0	545,0	4000,0
Дошкольные учреждения	25,0	35,0	245,1
Коттеджи	25,5	58,9	308,8
Всего	766,5	1333,9	8737,9

Для развития фотоэнергетики в Украине существуют промышленный и научный потенциал, состоящий из предприятий-производителей полупроводникового кремния (Запорожский титаномагниевого комбинат, Светловодский завод чистых металлов) и производителей полупроводниковых приборов (ООО "Квазар" (SOLAR), "Родон", "Гравитон", "Гамма", "Днепр" и др.), учебных заведений и институтов системы Национальной Академии Наук (ГП НИИ МП, ИТТФ НАНУ, СКТБ с опытным производством при ИФП НАНУ, НТУУ "КПИ", НУ им. Т.Г. Шевченко и др.). В случае поддержки со стороны государства и возобновления экономического роста в стране может быть налажено серийное производство фотоэлектрических модулей, стоимость которых, вероятно, может быть ниже западных аналогов.

В программе государственной поддержки развития нетрадиционной энергетики предусматривается, что в 2010 году производство солнечных батарей должно достичь 96,5 Мвт. Область применения фотоэнергетики пока ограничена из-за высокой стоимости генерируемой электроэнергии космическими приложениями, телекоммуникационными системами, отдаленными и труднодоступными районами с автономным энергоснабжением.

Использование солнечной энергии в Украине для отопления может покрывать 20-30% потребности в тепле, тогда, как оставшуюся часть можно получить с помощью сжигания биомассы. Учитывая общепринятый на Западе потенциал использования солнечных коллекторов для развитых стран, равный 1 м<sup>2</sup> на одного человека, а также производительность солнечных установок для условий Украины, ежегодные ресурсы солнечного горячего водоснабжения и отопления могут составить 28 млрд. кВт·ч тепловой энергии. Реализация этого потенциала позволила бы сэкономить 3,4 млн. т.у.т. в год.

В настоящее время, коммунальное хозяйство Украины потребляет ежегодно около 74 миллионов т.у.т. Ежегодно потребность в тепловой энергии увеличивается на 1,5-2%. Существуют оценки, что с возобновлением экономического роста уровень потребления может существенно возрасти. С другой стороны, потенциал энергоэффективности и энергосбережения в коммунальном хозяйстве Украины составляет по разным оценкам не менее 50%. В случае использования этого потенциала экономический рост не должен привести к существенному увеличению потребления тепловой энергии.

Другой возможностью сдерживания роста потребления тепловой энергии является

всемерное развитие концепции солнечных зданий. В северных европейских странах, с помощью естественного нагрева солнце обеспечивает 14 % тепла от общей потребности обычных зданий. Эта оценка можно использовать в качестве нижнего предела для условий Украины. В зданиях, построенных с учетом пассивного использования солнечной энергии, вклад солнца в потреблении тепла может составить около 40 %. Доля пассивного нагрева обычно не учитывается официальной статистикой, однако в действительности это самый большой источник использования возобновляемой энергии

Однако в целом в ближайшее время на значительное увеличение доли солнечной энергетики в Украине рассчитывать не приходится. Медленный рост рынка использования солнечной энергии указывает на существование многочисленных барьеров. Перечислим некоторые из них, в первую очередь, экономические. Цена на солнечные системы остается достаточно высокой. Период окупаемости около 10 лет короче технического срока службы оборудования, однако он недостаточен для обеспечения заинтересованности частных потребителей. Для увеличения темпов роста рынка необходимо отсутствующее в настоящее время стимулирование правительством интересов потребителя. Другим экономическим барьером является отсутствие оборотных средств у предприятий-производителей. Пока еще не развиты конкретные механизмы стимулирования производства в виде предоставления субсидий, освобождения от налогов, льготной тарифной политики.

Помимо экономических, существуют и другие препятствия на пути развития солнечных технологий:

- отсутствует государственная политика в области использования солнечной энергии;
- на уровне государства отсутствует координация и координирующий орган в области развития солнечных технологий;
- не существует информационная система для распространения сведений о наличии солнечных технологий, их параметрах, экологических преимуществах, практически полностью отсутствует информация о внедренных демонстрационных проектах.

С момента вступления в силу закона Украины «Об альтернативных источниках энергии» в 2003 г. ситуация в этом вопросе стала изменяться в лучшую сторону. Так, законом предусмотрены источники финансирования мероприятий в сфере альтернативных источников энергии как за счет средств, предусмотренных в оптовых тарифах на электроэнергию и тарифах на тепловую энергию, путем внедрения специальной целевой надбавки к тарифу, определенной законом, так и за счет средств предприятий, учреждений, организаций, средства государственного и местного бюджетов, добровольных взносов и других средств, не запрещенных законодательством. Порядок формирования фонда целевого финансирования указанных мероприятий и осуществление контроля за целевым использованием этого средства устанавливает Кабинет Министров Украины.

Стимулирование производства и потребление энергии, выработанной из альтернативных источников, осуществляется соответственно законодательству путем

- применения экономических рычагов и стимулов, предусмотренных законодательством об энергосбережении и охране окружающей среды, с целью расширения использования альтернативных источников энергии;
- создания благоприятных экономических условий для сооружения объектов альтернативной энергетики.

Начиная с 2004 г., Кабинетом Министров Украины разрабатывается финансовый механизм стимулирования развития альтернативной энергетики, а Верховной Радой Украины рассматриваются предложения относительно законодательного обеспечения такого этого механизма.

Интересны примеры использования солнечной энергии в разных странах. Специа-

листы убеждены, что к 2060 году доля энергии Солнца на мировом энергетическом рынке превысит 50%. Европейский опыт показал целесообразность комбинированного использования различных типов возобновляемых источников энергии.

В условиях Великобритании жители сельской местности покрывают потребность в тепловой энергии на 40—50 % за счет использования энергии Солнца.

В Германии (под Дюссельдорфом) проводились испытания солнечной водонагревательной установки площадью коллекторов 65 м<sup>2</sup>. Эксплуатация установки показала, что средняя экономия тепла, расходуемого на обогрев, составила 60%, а в летний период — 80-90 %. Для условий Германии семья из 4 человек может обеспечить себя теплом при наличии энергетической крыши площадью 6—9 м<sup>2</sup>.

Современные солнечные коллекторы могут обеспечить нужды сельского хозяйства в теплой воде в летний период на 90 %, в переходный период на 55 - 65 %, в зимний - на 30%.

В Австрии установлено, что для обеспечения 80 % теплой водой в жилых сельских домах на 1 человека требуется установка солнечных коллекторов с поверхностью 2-3 м<sup>2</sup> и емкостью бака для воды 100-150 л. Установка площадью 25 м<sup>2</sup> с емкостью для нагретой воды на 1000 - 1500 л обеспечивает теплой водой 12 человек или небольшой сельский двор.

Наиболее эффективно в странах ЕС солнечные энергоустановки эксплуатируются в Греции, Португалии, Испании, Франции: выработка энергии солнечными энергоустановками составляет соответственно 870 000, 290 000, 255 200, 174 000 МВт·ч в год. В целом по Европейскому союзу вырабатывается 185600 МВт·ч в год (по данным 1992 г.).

Наибольшей суммарной площадью установленных солнечных коллекторов располагают: США — 10 млн м<sup>2</sup>, Япония — 8 млн м<sup>2</sup>, Израиль — 1,7 млн м<sup>2</sup>, Австралия — 1,2 млн м<sup>2</sup>. В Израиле в соответствии с законом, который требует, чтобы каждый дом был оснащен водонагревательной установкой, установлено около 800 тыс. солнечных коллекторов, которые вырабатывают 15 млн. ГДж энергии и обеспечивают 70 % населения горячей водой.

В настоящее время 1 м<sup>2</sup> солнечного коллектора:

- вырабатывает электрической энергии: 4,86-6,48 кВт·ч в сутки; 1070-1426 кВт·ч в год;
- нагревает воды в сутки: 420-360 л (при 30 °С); 210-280 л (при 40 °С); 130-175 л (при 50°С); 90—120 л (при 60 °С);
- экономит в год: электроэнергии – 1070 - 1426 кВт·ч; условного топлива - 0,14-0,19 т; природного газа - 110-145 м<sup>3</sup>; угля - 0,18—0,24 т; древесного топлива - 0,95-1,26 т.

Площадь солнечных коллекторов от 2 до 6 млн м<sup>2</sup> обеспечивает выработку 3,2-8,6 млрд кВт·ч энергии и экономит 0,42-1,14 млн т у.т. в год.

## Лекция 6. БИОЭНЕРГЕТИКА

*Биоэнергетика* — это энергетика, основанная на использовании биотоплива. Она включает использование растительных отходов, искусственное выращивание биомассы (водорослей, быстрорастущих деревьев) и получение биогаза. Биогаз — смесь горючих газов (примерный состав: метан — 55—65 %, углекислый газ —35—45 %, примеси азота, водорода, кислорода и сероводорода), образующаяся в процессе биологического разложения биомассы или органических бытовых расходов. Способы промышленного получения биогаза известны с конца прошлого века (1885 г.). В мире эксплуатируется более 8 млн установок для получения биогаза.

*Биомасса* — наиболее дешевая и крупномасштабная форма аккумуляции во-

зобновляемой энергии. Под термином "биомасса" подразумеваются любые материалы биологического происхождения, продукты жизнедеятельности и отходы органического происхождения. Биомасса будет на Земле, пока на ней существует жизнь. Ежегодный прирост органического вещества на Земле эквивалентен производству такого количества энергии, которое в десять раз больше годового потребления энергии всем человечеством на современном этапе (табл. 6.1).

Энергетическая эффективность биоэнергетики достаточно высока для того, чтобы выделить ее в отдельное направление энергетического хозяйства; в Украине существует достаточный энергетический потенциал практически всех видов биомассы и необходимая научно-техническая и промышленная база для развития данной области энергетики.

Показатели энергетического потенциала биомассы отличаются от потенциала других возобновляемых источников энергии тем, что, кроме климатометеорологических условий, энергетический потенциал биомассы в стране (рис. 6.1) в значительной мере зависит от многих других факторов, в первую очередь от уровня хозяйственной деятельности.

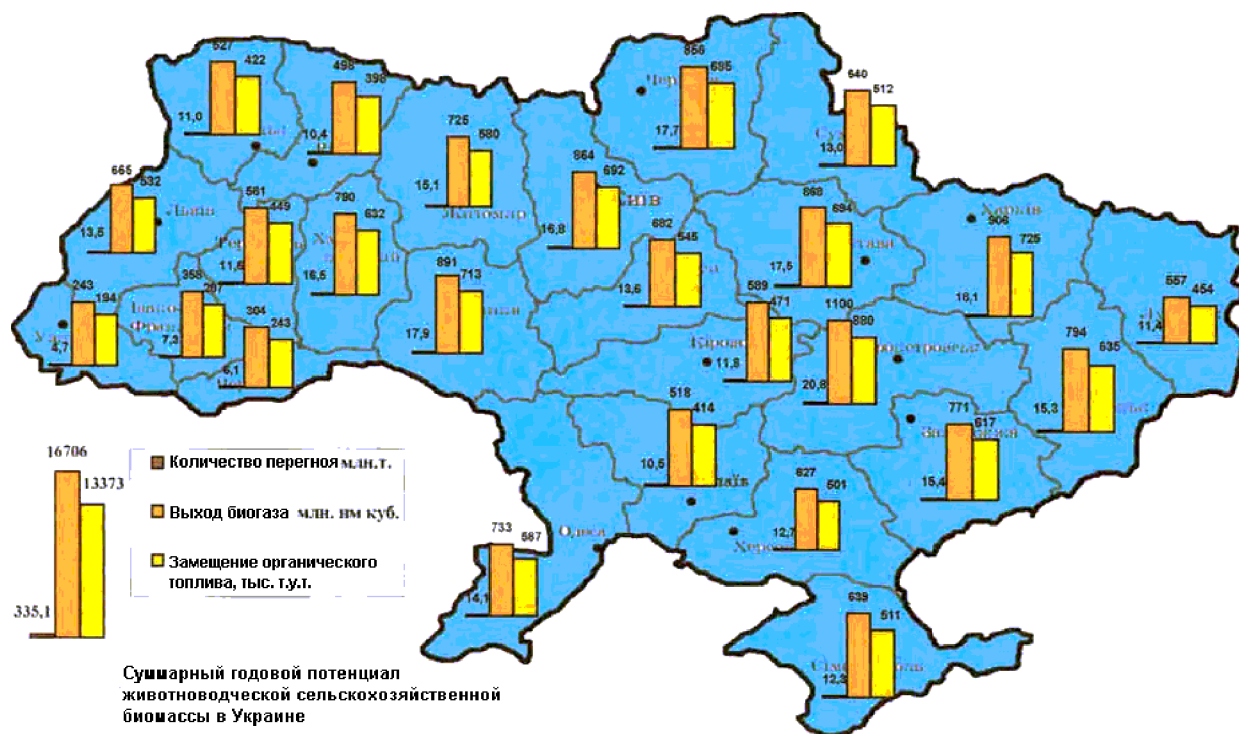


Рисунок 6.1. Потенциал животноводческой сельскохозяйственной биомассы в Украине

Приведенные среднегодовые показатели энергетического потенциала основных видов биомассы для энергетических потребностей могут быть использованы для определения потенциала при учете соответствующих коэффициентов по увеличению или уменьшению объемов полученной биомассы в расчетном году. Поэтому данные о наличии любого из видов биомассы для энергетических потребностей в областях Украины требуют ежегодного учета, данные о распределении ее энергетического потенциала соответственно требуют ежегодного перерасчета.

Источники биомассы, характерные для нашей страны, могут быть разделены на несколько основных групп.

1. Продукты естественной вегетации (древесина, древесные отходы, торф, листья и т.п.).
2. Отходы жизнедеятельности людей, включая производственную деятельность

(твердые бытовые отходы, отходы промышленного производства и др.).

3. Отходы сельскохозяйственного производства (навоз, куриный помет, стебли, ботва и т.д.).

4. Специально выращиваемые высокоурожайные агрокультуры и растения.

Таблица 6.1. Источники биомассы и примеры переработки

Источник биомассы	Производимое биотопливо	Технология	Примерный КПД преобразования	Потребность в энергии (н — необходимо; о — оптимально)	Примерный энергетический выход биотоплива, МДж/кг
Лесоразработки	Тепло	Сжигание	70	Сушка (о)	16—20
Отходы переработки древесины а)	Тепло	-	70	Сушка (о)	16—20
б)	Газ Нефть Уголь	Пиролиз	85	Сушка (о)	40* 40 20
Зерновые	Солома	Сжигание	70	Сушка (о)	14—16***
Сахарный тростник, сок	Этанол	Сбраживание	80	Тепло (н) Электроэнергия (о)	3—6
То же, отходы	Жмых	Сжигание	65	Сушка (о)	5—8
Навоз (тропики)	Метан	Анаэробное разложение	50	-	4—8***
То же (умеренный пояс)	Метан	То же	50	Тепло (н)	2—4**
Городские стоки	Метан	То же	50	Тепло	2—4***
Мусор	Тепло	Сжигание	50	-	15—16***

\*Суммарная величина; имеются затраты биогаза на обогрев установки.

\*\*Без учета азота.

\*\*\*Сухой материал.

Однако наличие биомассы даже в большом количестве еще не означает решения проблемы получения из нее различных продуктов и веществ, в том числе топлива. Непереработанная же биомасса приносит непоправимый вред окружающей среде. При обосновании внедрения биоэнергетических технологий обеспечение охраны окружающей среды обеззараживанием отходов биомассы часто занимает первое место; в процессе переработки животноводческих отходов и городских сточных вод, кроме обезвреживания опасной микрофлоры, гельминтов и семян бурьянов, которые попадают в грунт, в поверхностные и подземные воды, устраняется загрязнение воздуха в зонах их накопления.

Основными технологиями переработки биомассы, которые можно рекомендовать к широкому внедрению, в данное время являются: прямое сжигание, пиролиз, газификация, анаэробная ферментация с образованием биогаза, производство спиртов и масел для получения моторного топлива.

В настоящее время древесные отходы уже находят применение: созданы установки (рис. 6.2), осваивается технология производства генераторного газа и его сжигание. Специалисты считают, что при правильном использовании древесины, древесных отходов и быстрорастущих лесных насаждений может быть покрыто 15 % потребностей в топливе. При современном объеме потребления это составит около 6 млн т у.т.

В настоящее время использование биомассы дает в Китае более 6 % всей потребляемой тепловой энергии, в США — 6 %, 11 странах ЕС — 5,7 %, в Бразилии — 32,9 %, в Беларуси — 1,6%.

Переработка биомассы в топливо осуществляется по трем основным направлениям.

Первое: биоконверсия, или разложение органических веществ растительного или животного происхождения в анаэробных (без доступа воздуха) условиях специальными видами бактерий с образованием газообразного топлива (биогаза) и/или жидкого топлива (этанол, бутанол и т.д.). В настоящее время в Бразилии на этаноле, полученном в результате разложения биомассы из отходов сахарного тростника, работает городской автотранспорт и многие личные автомобили. В США, этанол получают из отходов кукурузы. Этанол является хорошим заменителем бензина, при этом в отличие от нефти биомасса является достаточно быстро возобновляемым ресурсом. К биоконверсии относится также получение тепловой энергии при аэробном микробиологическом окислении органических веществ. Так по научному называется компостирование и биоподогрев, о чем знает каждый огородник.



Контрольний пункт біогазової станції  
вигляд ззовні та з середини



а)



Перфоровані труби, що йдуть під землю

б)

Рисунок 6.2. Контрольний пункт біогазової станції (а - вид снаружи и изнутри); перфорированные трубы, идущие к станции под землей (б).

Второе: термохимическая конверсия (пиролиз, газификация, быстрый пиролиз, синтез) твердых органических веществ (дерева, торфа, угля) в "синтез-газ", метанол, искусственный бензин, древесный уголь.

Третье: сжигание отходов в котлах и печах специальных конструкций. В мире сот-

ни миллионов тонн таких отходов сжигаются с регенерацией энергии. Прессованные брикеты из бумаги, картона, древесины, полимеров по теплотворной способности сравнимы с бурым углем.

Например, в нашей стране освоена японская технология производства теплобрикетов из отходов (древесных опилок, бытового мусора), которые по теплоотдаче не уступают каменному углю. А к настоящему времени на свалках в Украине скопилось столько отходов, что если их перевести в нефтяной эквивалент, то получится около 600—700 тыс. т нефти в год (табл. 6.2). К этому направлению можно было бы отнести и сжигание дров в бытовых печах. Но дрова почему-то выведены из понятия биомассы, хотя одна шестая часть годового потребления топлива в мире приходится на древесину и около трети всех срубленных деревьев используется для приготовления пищи и отопления. Реальное потребление древесного топлива в три раза превышает уровень, который показывает статистика. Около половины населения мира использует для приготовления пищи (а это 4/5 расхода энергии в домашнем хозяйстве) и отопления главным образом дрова.

*Таблица 6.2. Суммарный годовой потенциал животноводческой сельскохозяйственной биомассы в Украине*

№ п/п	Области	Количество пегрня, млн. т/год	Выход биогаза, млн. м <sup>3</sup> /год.	Замещение орг. топлива, т у.т./год
1	Винницкая	17,9	891	713
2	Волынская	11,0	527	422
3	Днепропетровская	20,8	110	880
4	Донецкая	15,3	794	635
5	Житомирская	15,1	725	580
6	Закарпатская	4,7	243	194
7	Запорожская	15,4	771	617
8	Ивано-Франковская	7,3	358	287
9	Киевская	16,8	864	692
10	Кировоградская	11,8	589	471
11	Луганская	11,4	557	454
12	Львовская	13,5	665	532
13	Николаевская	10,5	518	414
14	Одесская	14,1	733	587
15	Полтавская	17,5	868	694
16	Ровенская	10,4	498	398
17	Сумская	13,0	640	512
18	Тернопольская	11,6	561	449
19	Харьковская	18,1	906	725
20	Херсонская	12,7	627	501
21	Хмельницкая	16,5	790	632
22	Черкасская	13,6	682	545
23	Черновицкая	6,1	304	243
24	Черниговская	17,7	856	685
25	АР Крым	12,3	639	511
	<b>Всего</b>	<b>335,1</b>	<b>16706</b>	<b>13373</b>

Экономическая эффективность биоэнергетического оборудования в большинстве случаев обеспечивается правильным выбором технологии переработки биомассы и расположением оборудования в местах постоянного ее накопления; важно также эффективное и, по возможности, комплексное использование всех полученных в процессе переработки продуктов.

В условиях Украины развитие биоэнергетики наиболее экономически целесообразно и технически осуществимо, так как биомасса — вид топлива, которого у нас с избытком и не использовать который было бы непростительной ошибкой.

Под биомассой ученые и специалисты нашей страны понимают, в первую очередь, древесную кору, стружку, опилки, мусор, деревья на зараженных радиацией территориях. Специалисты указывают, что при нынешнем использовании древесных отходов как топлива экономически оправдано увеличение объема использования древесных отходов в качестве топлива до 2 млн т условного топлива.

Решение агротехнических проблем является не менее важным фактором в пользу биоэнергетики; причем в данном случае следует учитывать не только повышение урожайности за счет высококачественных удобрений, но и уменьшение на полях вредной микрофлоры и нежелательной растительности.

## Лекция 7. МАЛАЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКА

Украина имеет мощные ресурсы гидроэнергии малых рек - общий гидроэнергетический потенциал малых рек Украины составляет около 12,5 млрд. кВт·ч., что составляет около 28% общего гидропотенциала во всех реках Украины.

Главным преимуществом малой гидроэнергетики является дешевизна электроэнергии, генерированной на гидроэлектростанциях; отсутствие топливной составляющей в процессе получения электроэнергии при внедрении малых гидроэлектростанций дает положительный экономический и экологический эффект.

Согласно международной классификации по нормативам ООН, принято считать малыми гидроэлектростанциями (МГЭС) станции мощностью от 1 до 30 МВт, при этом введено ограничение по диаметру рабочего колеса гидротурбины до 2м и по единичной мощности гидроагрегата — до 10 МВт. ГЭС установленной мощностью менее 0,1 МВт выделены в категории микро-ГЭС, минигэс - от 100 до 1000 кВт.

Малая гидроэнергетика в мире в настоящее время переживает третий виток в истории своего развития. Строительство первых ГЭС началось еще в начале XX века, когда они предназначались для энергоснабжения отдельных заводов и поселков. Затем темпы их строительства замедлились из-за конкуренции небольших тепловых электростанций. Второй этап массового строительства малых ГЭС пришелся на конец 40-х — начало 50-х гг., когда тысячи малых гидростанций строились колхозами, совхозами, предприятиями и государством. В 80—70-х гг. сотни и тысячи малых ГЭС были выведены из эксплуатации либо законсервированы, либо ликвидированы из-за быстрого развития большой энергетики на базе крупных тепловых гидравлических и атомных станций.

На третьем витке возрождение малых ГЭС, естественно, происходит на новом техническом уровне основного энергетического оборудования, степени автоматизации и компьютеризации.

Согласно водно-энергетическому кадастру 1960 г. потенциальная мощность рек Украины, подсчитанная на основании данных об их падении и водоносности, составляет 855 Мвт или 7,5 млрд. кВт·ч в год. Технически возможные к использованию гидроэнергоресурсы оцениваются в 3 млрд кВт·ч в год. Гидроэнергетический потенциал малых речек Украины приведен в табл. 7.1 и на рис. 7.1. Распределение общего гидроэнергетиче-



ского потенциала малых рек по областям Украины представлено в табл. 7.2.

Гидроэнергетика Украины началась с сооружения наибольшей в Европе Днепровской ГЭС - 560 МВт (1927 г. - начало строительства, 1932 г. - введенная в эксплуатацию). В состав сооружения входили здания ГЭС с девятью агрегатами.

Концентрация мощностей в процессе развития энергетики привела к строительству преимущественно мощных ГЭС. Из ГЭС средней мощности была сооружена лишь Тербле-Рикская (27 МВт, 1955 г.) - чрезвычайно интересная ГЭС, где задействована процедура перебрасывания стока р.Тербля в р.Рику.

Здесь используется разность имеющихся естественных уровней рек Тербля и Рики, составляющая 200 м в том месте, где эти реки сближаются на расстоянии 3,5 км.

В период с 1955 г. началось освоение гидропотенциала р. Днепр - сооружение ГЭС Днепровского каскада. Обобщенные энергетические показатели Днепровских ГЭС приведены в табл. 2.14. Сегодня начался важный процесс реконструкции этих ГЭС. По всей видимости, все ГЭС, кроме Каховской (периодически - полупиковый объект), являются пиковыми электростанциями.

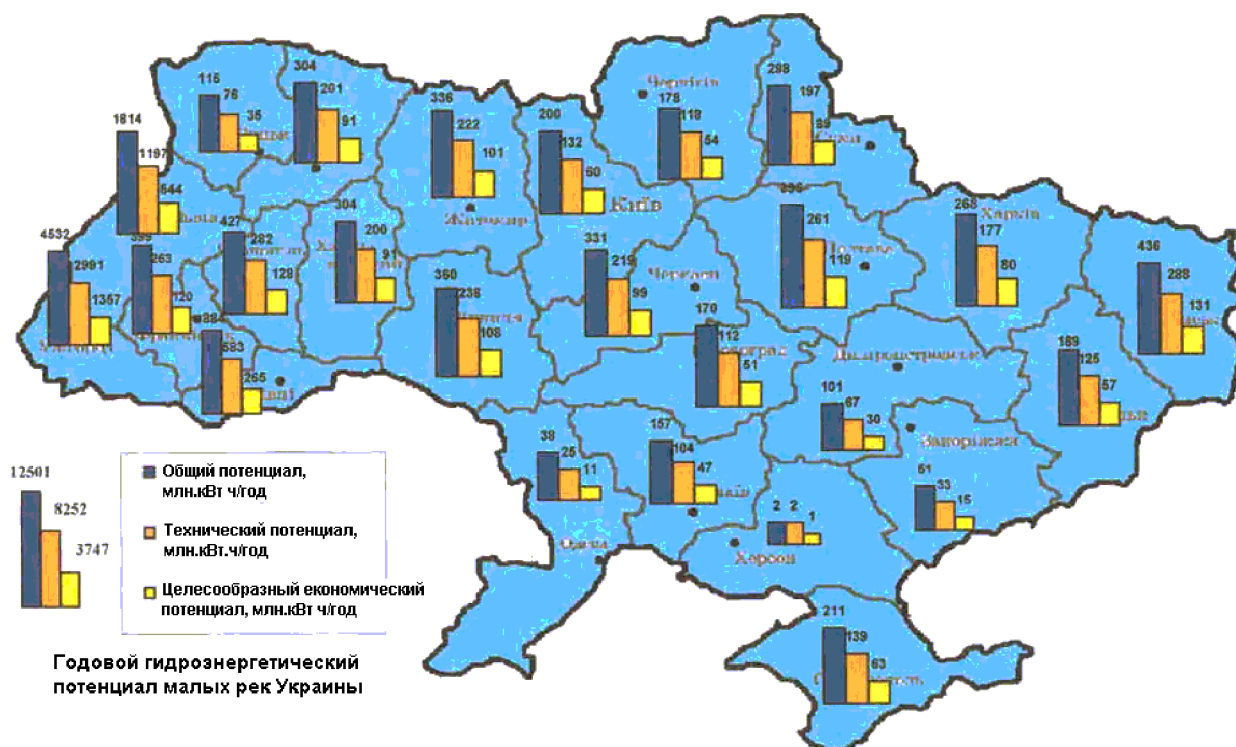


Рисунок 7.1. Гидроэнергетический потенциал малых рек Украины

В 1983 г. введена в эксплуатацию Днестровская ГЭС. Установленная мощность Днестровской ГЭС - 702 МВт, проектное производство электроэнергии составляет 800 млн. квт-ч, расчетный напор - 55 м, число часов использования мощности по проекту - 1140 часов, то есть это чисто остропиковая электростанция. Данная электростанция имеет характер горной, поэтому площадь затопления земель под водохранилищем составляет лишь 14,2 тыс. га (буферное водохранилище - 1,04 тыс. га).

ГЭС, в зависимости от водности, вырабатывали в последние годы 14-16 % электроэнергии в энергообъединении. Себестоимость электроэнергии на больших ГЭС составила, например, в 1998 г. 0,59 коп./кВт.ч. Ясно, что именно ГЭС сдерживают возрастание тарифов. Причем следует иметь во внимании, что в структуре себестоимости плата за водопользование составляет 31 % (одна и та же вода проходит через все ГЭС Днепровского

каскада и оплачивается многократно), а затраты на заработную плату в структуре себестоимости крайне малы.

Уровень освоения гидропотенциала больших рек практически исчерпан. В последние годы использование технического гидропотенциала больших рек в Украине превышало 60 %. Доиспользование потенциала р. Днестр требует серьезных экологических исследований и обоснования (кроме верховья). Усложняет эту работу новое межгосударственное значение реки.

Известно, что для энергообъединений с относительно маленькой удельной долей в структуре мощностей ГЭС и преобладающим развитием низкоманевренных пылеугольной блочной теплоэнергетики и атомных электростанций необходимым является сооружение специальных пиковых энергообъектов. Понимание важности решения проблемы покрытия пиковых мощностей специальными способами (кроме широкого использования потребителей-регуляторов на основе многозонных тарифов) было присуще энергообъединению Украины. Еще в 1975 г. была введена первая в СССР гидроаккумулирующая электростанция – Киевская ГАЭС мощностью 225 МВт. Ее характеристики:

- полный объем верхнего водохранилища - 4,79 млн. м<sup>3</sup>;
- полезный объем - 3,79 млн. м<sup>3</sup>;
- площадь верхнего водохранилища - 60 га (нижнее – водохранилище Киевской ГЭС);
- средний напор воды  $H_{cp} = 70$  м (65-74 м);
- мощность ГАЭС в турбинном режиме составляет 225 МВт;
- на станции установлены три вращающихся агрегата единичной мощности в насосном режиме 43 МВт (после модернизации 43,5 МВт), в турбинном - 33,4 МВт (после модернизации 37,0 МВт);
- мощность трех прямых агрегатов составляет по 41,5 МВт.

Украинское энергомашиностроение справилось с задачей создания первых обратных гидромашин. Приобретен опыт их проектирования и эксплуатации. При создании гидрооборудования решены сложные вопросы разработки проточной части насосов-турбин и реверсивных подпятников с нулевым эксцентриситетом.

Киевская ГАЭС стала многомасштабной моделью для всесторонних исследований. Выполнены исследования свойств утомляемости металлов в обратных агрегатах в зависимости от влияния интенсивных вибрационных нагрузок, прочности узлов (крышки турбины и турбинного подшипника), вибрации лопаток направляющего аппарата, системы отжима воды и выпуска воздуха при пуске в насосный режим.

Проведен комплекс исследований переходных процессов при пусках и переводе в разные режимы, остановках, потере привода. Отработаны двухтактный и более режимы эксплуатации. Опыт эксплуатации и накопленные исследовательские наработки в будущем будут оказывать содействие внедрению мощных ГАЭС (сооружаются Днестровская и Ташлыкская, начато строительство, но законсервировано, Каневской ГАЭС).

*Таблица 7.1. Гидроэнергетический потенциал малых рек Украины*

Общий потенциал <u>млрд.кВт·ч/год</u> млн.т.у.т./год	Технический потенциал <u>млрд.кВт·ч/год</u> млн. т.у.т./год	Целесообразно экономический потенциал <u>млрд. кВт·ч/год</u> млн. т.у.т./год
12,5 / 4,5	8,3 / 3,0	3,7 / 1,3

В 20-30-е гг. началось массовое развитие малой гидроэнергетики. Так, в 1924 г. в

Украине эксплуатировалось 84 малых гидроэлектростанций (МГЭС) (суммарная мощность 4000 кВт, средняя мощность 47,6 кВт), а до 1929 г. их было уже 150 (суммарная мощность 8400 кВт, средняя мощность 56 кВт). Среди них достаточно мощной была Бугская (введена в эксплуатацию в 1929 г., мощность 570 кВт), Вознесенская (1929 г., 840 кВт), Сутиская (1927 г., расширенная в 1935 г. до 1000 кВт). В 1935 - 1937 гг. из известных введены в эксплуатацию Шумская (120 кВт), Потузская (32 кВт), Писаревская (160 кВт), Белоусовская (88 кВт), Березовская (108 кВт), Клебанская (64 кВт) и многие другие МГЭС.

В 1934 г. сооружена Корсунь-Шевченковская станция (1650 кВт), которая была одной из наисовершеннейших МГЭС и стала основой первой в Украине и в СССР местной Корсунь-Шевченковской сельской энергосистемы с очень высокими для того времени экономическими показателями (существовала до 1957 г.). В состав ее вошли и работали параллельно еще Юрковская ПТЕС (2000 кВт), Стебливская ГЭС (2800 кВт), Дыбненская ГЭС (560 кВт).

*Таблица 7.2. Распределение общего гидроэнергетического потенциала малых рек по областям Украины*

<b>Область</b>	<b>Потенциал, млн. кВт·ч/год</b>
Автономная Республика Крым	211,0
Киевская	200,0
Винницкая	360,0
Волынская	115,2
Днепропетровская	101,2
Донецкая	189,0
Житомирская	336,0
Закарпатская	4532,0
Запорожская	50,5
Ивано-Франковская	399,0
Кировоградская	170,0
Луганская	436,0
Львовская	1814,0
Николаевская	156,8
Одесская	37,5
Полтавская	396,0
Ровненская	304,0
Сумская	298,0
Тернопольская	427,2
Харьковская	268,0
Херсонская	2,2
Хмельницкая	303,5
Черкасская	331,0
Черновицкая	883,7
Черниговская	178,2
Всего по Украине	12500

В 1950 г. за данными "Укрэнергопроект" в Украине эксплуатировалось 956 МГЭС, но потом их строительство было приостановлено. С развитием мощного гидроэнергостроительства, сооружением больших ТЭС, возрастанием централизации энергоснабжения, а также низкими ценами на топливо и электроэнергию у ведомств и предприятий, на

балансе которых находились МГЭС, интерес к ним исчез, началась их консервация и стихийный демонтаж. В значительной мере утрачен опыт проектирования, производства оснащения и сооружения. Сотни МГЭС были заброшены и постепенно разрушались, изнашивалось основное оборудование, когда-то сооруженные плотины или разрушены, или находятся в аварийном состоянии.

Как следствие, сегодня гидроэнергетика не полностью удовлетворяет потребности энергосистем в пиковой и полупиковой мощности вследствие недостаточной мощности на гидро- и гидроаккумулирующих электростанциях (ГЭС и ГАЭС), а также ограничений, которые на них накладывают другие отрасли водохозяйственного комплекса. Необходимо заметить, что вопрос продолжения сооружения больших ГЭС еще требует значительных доработок, связанных с экологическими последствиями их эксплуатации, а также с учетом ограничения строительства атомных электростанций (АЭС) и широким внедрением парогазовых установок.

До 2010 г. установленная мощность ГЭС и ГАЭС Украины должна быть доведена до 14,5 млн. кВт, а выпуск электроэнергии - до 17 млрд. кВт·ч за счет сооружения Унижской ГЭС на р. Днестр, ГЭС и ГАЭС в Закарпатье в составе энергокомплексов и сооружений в отдельности ГАЭС, а также путем строительства средних, маленьких и микро-ГЭС. Некоторое увеличение производства электроэнергии предполагается за счет реконструкции и модернизации существующих объектов гидроэнергетики, а также привлечения ресурсов маленьких и средних рек. Должны быть проведены разработки по преобразованию некоторых существующих ГЭС в ГАЭС, что позволит значительно увеличить регулируемую мощность относительно существующей.

Опыт сооружения маленьких ГЭС в США и Германии подтверждает, что при обоснованном их сооружении природная среда не только сохраняется, но и возможно воспроизведение прежде утраченных условий биологической жизни. Малое гидростроительство может стать одним из средств воспроизведения гидрологического состояния водостоков, которые гибнут.

Освоение производства лишь трех типоразмеров турбин (25 - 100, 120 - 170, 200 - 300 кВт на напор 5-15 м) обеспечивает половину потребности в них для малых ГЭС. Основными предпосылками гидроаккумулирования электроэнергии является потребность в маневренной мощности для покрытия пиков нагрузки и компенсации ее краткосрочных изменений, уплотнении нагрузки с использованием дешевой ночной энергии, увеличении мощности и времени использования базовых электростанций, экономии топлива в энергосистеме.

Экономия топлива при использовании ГАЭС достигается за счет догрузки теплового оборудования для зарядки ГАЭС. При этом потребляется меньше топлива, чем для пиков электроэнергии на ТЭС или газотурбинной станции. Кроме того, режим ее зарядки оказывает содействие введению в эксплуатацию базовых электростанций, которые будут вырабатывать энергию с меньшими удельными затратами топлива.

Кроме того, можно использовать гидроэнергетический потенциал существующих на малых реках водохранилищ неэнергетического назначения путем пристройки к ним ГЭС общей установленной мощностью 6 тыс. кВт с годовой выработкой электроэнергии 21 млн кВт·ч.

Для решения проблем развития малой гидроэнергетики Украина имеет достаточный научно-технический потенциал и значительный опыт в области проектирования и разработки конструкций гидротурбинного оборудования, исследования гидроэнергетического потенциала малых рек, решения водохозяйственных и экологических проблем при строительстве гидроэлектростанций. Украинские предприятия имеют необходимый производственный потенциал для создания отечественного оборудования малых ГЭС.

В современных условиях Украины использование энергии течения рек представляется перспективным путем решения проблемы уменьшения зависимости энергетики страны от импорта топлива, что также будет способствовать улучшению экологической обстановки.

## Лекция 8. ДРУГИЕ ВИДЫ НЕТРАДИЦИОННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.

*Геотермальная энергетика* — получение энергии от внутреннего тепла Земли. Различают естественную и искусственную геотермальную энергию — от природных термальных источников и от закачки в недра Земли воды, других жидкостей или газообразных веществ ("сухая" и "мокрая" геотермальная энергетика). Данный вид энергетики широко применяется для бытовых целей и отопления теплиц. Имеются геотермальные ТЭС. Недостаток — токсичность термальных вод и химическая агрессивность жидкостей и газов.

Украина имеет значительные ресурсы геотермальной энергии, общий потенциал которых в программе государственной поддержки развития нетрадиционных и возобновляемых источников энергии и малой гидро- и теплоэнергетики оценивается величиной  $438 \times 10^9$  кВт·ч в год, что эквивалентно запасам топлива в объеме  $50 \times 10^6$  т у.т. (рис. 8.1).

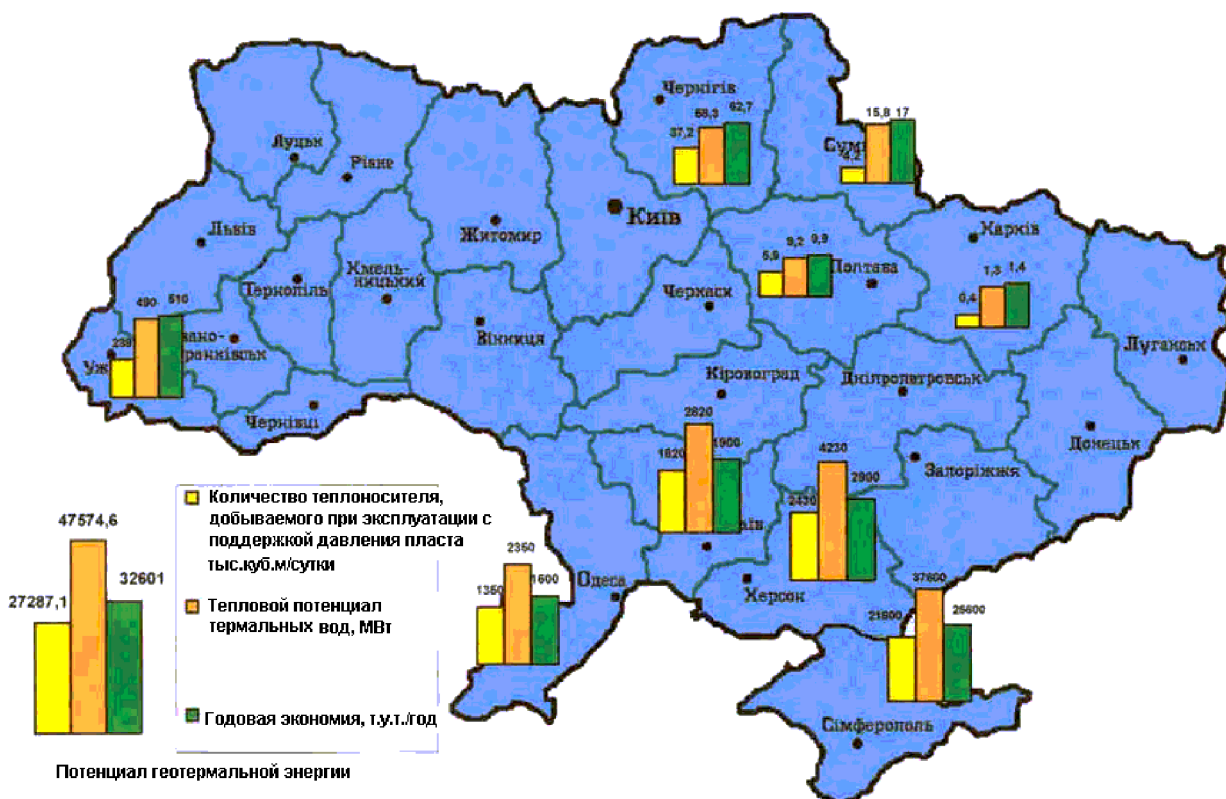


Рисунок 8.1. Потенциал геотермальной энергии Украины

Геотермальные ресурсы Украины представляют собой прежде всего термальные воды и тепло нагретых сухих горных пород. Кроме того, к перспективным для использования в промышленных масштабах можно отнести ресурсы нагретых подземных вод, которые выводятся с нефтью и газом действующими буровыми скважинами нефтегазовых месторождений.

Довольно перспективным направлением энергосберегающей технологической по-

литики, позволяющим обеспечить значительную экономию традиционного топлива, является использование геотермальной энергии для отопления, водоснабжения и кондиционирования воздуха в жилых и общественных зданиях и сооружениях в городах и сельской местности, а также технологическое использование глубинного тепла Земли в разных областях промышленности и сельского хозяйства.

Наиболее распространенным и пригодным в данное время к техническому использованию источником геотермальной энергии в Украине являются геотермальные воды, прогнозный энергетический потенциал которых представлен в табл. 8.1.

*Таблица 8.1. Потенциал геотермальной энергии в Украине*

№ п/п	Области	Количество теплоносителя, добываемого при эксплуатации с поддержкой пластового давления, тыс. м <sup>3</sup> /сутки	Тепловой потенциал термальных вод, МВт	Годовая экономия, тыс. т у.т.
1	Винницкая	0	0	0
2	Волинская	0	0	0
3	Днепропетровская	0	0	0
4	Донецкая	0	0	0
5	Житомирская	0	0	0
6	Закарпатская	239,4	490	510
7	Запорожская	0	0	0
8	Ивано-Франковская	0	0	0
9	Киевская	0	0	0
10	Кировоградская	0	0	0
11	Луганская	0	0	0
12	Львовская	0	0	0
13	Николаевская	1620	2820	1900
14	Одесская	1350	2350	1600
15	Полтавская	5,9	9,2	9,9
16	Ровенская	0	0	0
17	Сумская	4,2	15,8	17
18	Тернопольская	0	0	0
19	Харьковская	0,4	1,3	1,4
20	Херсонская	2430	4230	2900
21	Хмельницкая	0	0	0
22	Черкасская	0	0	0
23	Черновицкая	0	0	0
24	Черниговская	37,2	58,3	62,7
25	АР Крым	21600	37600	25600
	<b>ВСЕГО</b>	<b>585,4</b>	<b>47574,6</b>	<b>32601</b>

Дальнейшая стратегия развития геотермальной энергетики в Украине состоит в первоочередном развитии наиболее подготовленных к практической реализации технологий геотермального теплоснабжения населенных пунктов и сельскохозяйственных объектов и в частичной переориентации научно-технической базы существующих геологоразведочных и нефтедобывающих организаций, загрузка которых снижена вследствие истощения в Украине запасов нефти и газа.

Одним из перспективных направлений развития геотермальной энергетики являет-

ся создание комбинированных энерготехнологических узлов для получения электроэнергии, теплоты и ценных компонентов, которые содержатся в геотермальных теплоносителях.

С точки зрения экологии отрицательное влияние на окружающую среду при эксплуатации геотермальных месторождений значительно меньше, чем при применении традиционных энергосистем. Новейшие технологии позволяют свести отрицательное влияние, которое возникает при эксплуатации геотермальных источников энергии, к минимуму. Оценки, сделанные рядом организаций, показали, что развитие систем геотермального теплоснабжения позволит не только экономить органическое топливо, но и упростить решение экологических проблем для создания благоприятных санитарных и жилых условий жизни и работы населения.

*Потенциальная энергия избыточного давления доменного газа* – это возможность производства механической или электрической энергии при расширении доменного газа.

Одним из средств интенсификации и повышение эффективности доменного процесса является повышение давления доменных газов. В современных доменных печах давление доменных газов составляет 0,35-0,5 МПа. Выпуск газов из печи осуществляют через дроссельную установку, после которой давление доменного газа уменьшается до 0,012 МПа. Потенциальная энергия избыточного давления доменного газа может использоваться в утилизационных безкомпрессорных турбинах для производства электрической энергии.

Доменный газ рассматривается как смесь идеальных газов:  $\text{CH}_4$ -3% об.,  $\text{CO}$  - 27 % об.,  $\text{H}_2$ -5 % об.,  $\text{N}_2$ -55 % об.,  $\text{CO}_2$ -12,5 % об.,  $\text{O}_2$ -0,2 % общего.

В Украине в 1999 году при производстве 23 млн. т чугуна образовалось 37,56 млрд. м<sup>3</sup> доменного газа. Общие ресурсы энергии избыточного давления доменного газа эквивалентны 1536,6 тыс. МВт·ч (табл. 8.2, рис. 8.2).

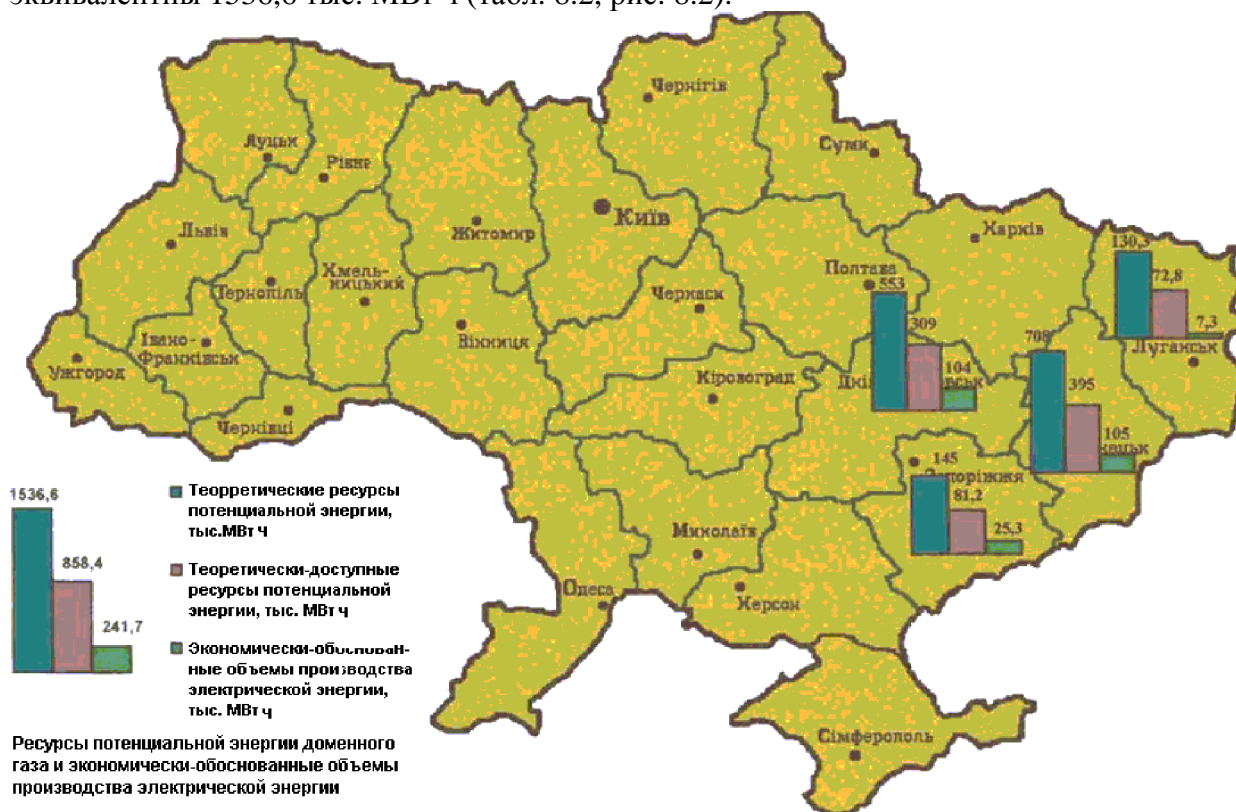


Рисунок 8.2. Потенциальная энергия избыточного давления доменного газа



Таблица 8.2. Энергетический потенциал ресурсов потенциальной энергии избыточного давления доменного газа в областях Украины

№ п/п	Области	Потенциал избыточного давления доменного газа, тис МВт×ч/год		
		Общий потенциал	Технический потенциал	Целесообразно-экономический потенциал
1	Винницкая	-	-	-
2	Волынская	-	-	-
3	Днепропетровская	533,4	309,1	103,7
4	Донецкая	707,7	395,3	105,4
5	Житомирская	-	-	-
6	Закарпатская	-	-	-
7	Запорожская	145,3	81,2	25,3
8	Ивано-Франковская	-	-	-
9	Киевская	-	-	-
10	Кировоградская	-	-	-
11	Луганская	130,3	72,8	7,3
12	Львовская	-	-	-
13	Николаевская	-	-	-
14	Одесская	-	-	-
15	Полтавская	-	-	-
16	Ровенская	-	-	-
17	Сумская	-	-	-
18	Тернопольская	-	-	-
19	Харьковская	-	-	-
20	Херсонская	-	-	-
21	Хмельницкая	-	-	-
22	Черкасская	-	-	-
23	Черновицкая	-	-	-
24	Черниговская	-	-	-
25	АР Крым	-	-	-
<b>ВСЕГО</b>		<b>1536,6</b>	<b>858,4</b>	<b>241,7</b>

Газовое хозяйство металлургических заводов Украины представляет собой сложную инженерную систему, которая сформировалась на протяжении многих десятилетий. Внесение коренных изменений в схему газового хозяйства заводов с целью установления утилизационных безкомпрессорных турбин во многих случаях может сопровождаться неоправданно большими капитальными вложениями и организационными осложнениями. На ближайшую перспективу экономически целесообразной может быть утилизация избыточного давления лишь той части доменного газа, который потребляется энергетическими установками.

Для гарантирования стабильной и надежной работы дроссельной установки доменной печи пропускную возможность утилизационной безкомпрессорной турбогенераторной установки принимают до 70-80% от номинальной затраты доменного газа. Технически доступные ресурсы потенциальной энергии избыточного давления доменного газа определяют, учитывая, что КПД утилизационных безкомпрессорных турбин составляет



около 75 %.

Развитие данного направления нетрадиционной энергетики позволит предприятиям не только экономить органическое топливо, но и упростить решение экологических проблем для создания благоприятных санитарных и жилых условий жизни и работы населения.

*Потенциал энергии избыточного давления природного газа в Украине* - возможность производства механической или электрической энергии при расширении природного газа (табл. 8.3, рис. 8.3).

*Таблица 8.3. Энергетический потенциал ресурсов потенциальной энергии избыточного давления природного газа в областях Украины*

№ п/п	Области	Потенциал избыточного давления природного газа, тыс МВтч/год		
		Общий потенциал	Технический потенциал	Целесообразно-экономический потенциал
1	Винницкая	156	73	39
2	Волынская	45	21	9,3
3	Днепропетровская	680	316	146
4	Донецкая	788	366	135
5	Житомирская	61	28	15
6	Закарпатская	65	30	5,5
7	Запорожская	270	126	80
8	Ивано-Франковская	204	95	54
9	Киевская	477	222	162
10	Кировоградская	38	18	7,3
11	Луганская	369	172	61
12	Львовская	273	127	32
13	Николаевская	92	43	23
14	Одесская	187	87	28
15	Полтавская	193	90	39
16	Ровенская	81	38	12
17	Сумская	118	55	31
18	Тернопольская	60	28	11
19	Харьковская	361	168	106
20	Херсонская	42	20	8,5
21	Хмельницкая	87	40	13
22	Черкасская	165	77	29
23	Черновицкая	31	14	5,1
24	Черниговская	79	37	16
25	АР Крым	99	46	29
<b>ВСЕГО</b>		<b>5021</b>	<b>2337</b>	<b>1096,7</b>

Транспортировка природного газа осуществляется при давлении, которое превышает необходимое при использовании потребителями. Для согласования условий эксплуатации газотранспортной сети и потребителей устанавливаются дросселирующие устройства, при этом потенциальная энергия избыточного давления природного газа теряется. Магистральными газопроводами природный газ транспортируется при номинальном

давлении 5,5 или 7,5 МПа. Из магистральных газопроводов и газопроводных отводов газ давлением 1,5-6,5 МПа подается промышленным объектам и населенным пунктам и редуцируется на газораспределительных станциях до давления 0,4; 0,6; 1,2 МПа. В дальнейшем на газоредукторных пунктах предприятий и населенных пунктов осуществляется снижение давления до 0,3-0,6 МПа для потребностей больших промышленных потребителей и до 5 кПа для потребностей бытовых потребителей.



Рисунок 8.3. Потенциал энергии избыточного давления природного газа в Украине

С помощью детандерных установок можно осуществить уменьшение давления и утилизировать потенциальную энергию избыточного давления природного газа для производства электрической энергии.

По расчетам теоретические ресурсы потенциальной энергии, которая теряется при дросселировании природного газа, в Украине составляют около 5021 тыс. МВт.ч ежегодно. Технически доступные ресурсы потенциальной энергии эквивалентные годовому производству электроэнергии 2335 тыс. МВт.ч (табл. 2.17).

Тем не менее, в связи с значительной сезонной и суточной неравномерностью потребления природного газа, отсутствием в ряде случаев необходимых электрических сетей, экономически целесообразные объемы производства электроэнергии за счет избыточного давления природного газа значительно ограничены. Наиболее благоприятные условия для установления турбодетандерных установок могут быть на газораспределительных станциях и газорегулирующих пунктах, которые обслуживают энергетические предприятия и собственные потребности газотранспортной сети.

### *Энергетический потенциал шахтного метана в Украине.*

По некоторым оценкам ресурсы метана в угольных пластах в перерасчете на условное топливо занимают третье место среди запасов горючих ископаемых на планете после угля и природного газа. Однако при этом необходимо учитывать, что к последнему времени шахтный метан рассматривался не в качестве топлива, а только как нежелательный спутник процесса угледобычи; учитывая это, объемы выделения метана оценивались

лишь для устранения отрицательных следствий выделения метана в шахтах. Поэтому в оценках ресурсов шахтного метана часто существуют значительные расхождения.

Одним из наиболее перспективных регионов Украины для развития данной области нетрадиционной энергетики является Донбасс (табл. 8.4, рис. 8.4).



Рисунок 8.4. Энергетический потенциал шахтного метана в Украине.

Метаморфизм угля бассейна Донбасса сопровождается образованием большого количества метана. Метан в бассейне находится в угольных пластах, породах и в подземных водах. Украинскими специалистами на основе анализа информации по всей угольной области Украины определены наиболее перспективные объекты для промышленной разработки ресурсов шахтного метана в Украине - это 29 шахт Донецкого бассейна. Основными методами утилизации шахтного метана в качестве топлива является использование его как топлива в паровых котлах, газотурбинных установках, как моторного топлива в двигателях внутреннего сгорания, а также переработка на газовых заводах.

Наиболее простым и легко выполнимым, хотя не самым экономически эффективным, способом утилизации шахтного метана является его сжигание вместо угля с целью обеспечения промышленных и бытовых потребностей шахт и для производства электроэнергии на местных ТЭЦ.

Типичная котельная шахты сжигает в зимнее время 60-70 т/сутки угля, в летнее время - 30-40 т/сутки. Применение угля в котельных, кроме необходимости сжигания остродефицитного твердого топлива, требует трудной работы по удалению золы и шлака. На шахтах, которые добывают высококачественный коксующийся уголь, отопление производится привозным энергетическим углем, который значительно увеличивает общие затраты из-за его транспортировки. При переводе шахтных котельных на отопление шахтным метаном полностью исключается или резко сокращается потребление угля, за счет чего соответственно снижается количество выбросов в атмосферу вредных газов (CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, углеводы) и прекращается выброс в атмосферу несгоревшей угольной пыли и золы; кроме того, сокращается численность обслуживающего персонала котельных.

Вопросам разработки шахтного метана в Украине в последнее время отводится большое внимание, принят ряд законов и нормативных актов, которые могут оказывать содействие реализации метановых энергетических проектов.

Таблица 8.4. Энергетический потенциал шахтного метана для промышленного освоения в областях Украины

№ п/п	Области	Энергетический потенциал шахтного метана		Объемы замещения ТЭР, тыс. т у.т./год
		Общий потенциал, тыс. МВт×ч	Годовой потенциал, МВт×ч/год	
1	Винницкая	-	-	-
2	Волинская	-	-	-
3	Днепропетровская	-	-	-
4	Донецкая	502500	8690	1069
5	Житомирская	-	-	-
6	Закарпатская	-	-	-
7	Запорожская	-	-	-
8	Ивано-Франковская	-	-	-
9	Киевская	-	-	-
10	Кировоградская	-	-	-
11	Луганская	141580	1165	143
12	Львовская	-	-	-
13	Николаевская	-	-	-
14	Одесская	-	-	-
15	Полтавская	-	-	-
16	Ровенская	-	-	-
17	Сумская	-	-	-
18	Тернопольская	-	-	-
19	Харьковская	-	-	-
20	Херсонская	-	-	-
21	Хмельницкая	-	-	-
22	Черкасская	-	-	-
23	Черновицкая	-	-	-
24	Черниговская	-	-	-
25	АР Крым	-	-	-
<b>ВСЕГО</b>		<b>644080</b>	<b>9855</b>	<b>1212</b>

#### Лекция 9. ДРУГИЕ ВИДЫ НЕТРАДИЦИОННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ (продолжение)

##### *Энергетический потенциал торфа в Украине.*

Торф - это своеобразное, относительно молодое геологическое образование, которое относится к горючим полезным ископаемым и создается в результате естественного отмирания и неполного распада болотной растительности в условиях избыточной влажности и недостаточном доступе воздуха.

Торфяные месторождения встречаются почти по всей территории Украины, за исключением приморских и южных- областей (Крымская, Луганская, Одесская, Черновицкая). Наиболее распространены торфяные месторождения в следующих областях: Ровенская, Волинская, Черниговская, Житомирская, в Киевской, Львовской. Заторфованность

Ровенской и Волынской областей достигает 6,5%, тогда как в Тернопольской, Хмельницкой, Винницкой, Черкасской, Полтавской, Сумской и Харьковской она не превышает 1,9% всей территории.

Еще реже встречаются месторождения торфа в Николаевской, Запорожской, Днепропетровской, Закарпатской, Ивано-Франковской областях, где степень заторфованности не превышает 0,1%.

Неравномерность территориального распределения торфяных ресурсов в Украине обусловлена неоднородностью климатических, геологических и других факторов, которые определяют процессы торфообразования и торфонаслоения.

По данным Госкомгеологии на территории Украины выявлено и разведано 3118 торфяных месторождений с геологическими запасами около 2,2 млрд. т (табл. 9.1). Общая площадь месторождений составляет около 3 млн.га, в промышленных границах - около 600 тыс.га, балансовые запасы торфа составляют около 735 млн. т.

*Таблица 9.1. Энергетический потенциал торфа в областях Украины*

№ п/п	Области	Общий энергетический потенциал торфа, млн. МВт×ч	Целесообразно-экономический потенциал, млн. МВт×ч
1	Винницкая	136,4	34,6
2	Волынская	1378,1	761,8
3	Днепропетровская	0,25	-
4	Донецкая	2,4	-
5	Житомирская	290,5	159,2
6	Закарпатская	0,2	-
7	Запорожская	1,08	-
8	Ивано-Франковская	45,2	17,19
9	Киевская	716,5	146,5
10	Кировоградская	8,7	-
11	Луганская	0,24	-
12	Львовская	690,6	244,1
13	Николаевская	1,26	-
14	Одесская	-	-
15	Полтавская	364,3	143
16	Ровенская	1176,2	575,3
17	Сумская	331,0	575,3
18	Тернопольская	384,3	114,8
19	Харьковская	15,7	-
20	Херсонская	11,3	7,96
21	Хмельницкая	236,6	99,04
22	Черкасская	191,6	79,7
23	Черновицкая	-	-
24	Черниговская	818,5	356
25	АР Крым	-	-
ВСЕГО		<b>6801,0</b>	<b>2941</b>

Запасы торфа на отведенных под промышленную разработку месторождениях со-

ставляют 22,6 млн. т., а подготовленные промышленные мощности по его добыче - 2100 тыс. т (по производству торфобрикетов — 700 тыс. т).

Ресурсы торфа - это значительный энергетический и агрохимический потенциал нашей страны; торф на данное время успешно используется как коммунально-бытовое местное топливо и является источником сырья для других областей народного хозяйства. Комплексное использование торфа, то есть использование торфа одного месторождения одновременно для потребностей сельского хозяйства и промышленности, обуславливается наличием большого разнообразия его видов даже в границах одного месторождения.

Общий энергетический потенциал промышленных запасов торфа в Украине, которая представляет собой энергетический потенциал всех его геологических запасов, в перерасчета на условное топливо составляет 836,5 млн. т у.т.; целесообразно-экономический потенциал или энергетический потенциал балансовых месторождений - около 362 млн. т у.т.

*Космическая энергетика* — получение солнечной энергии на специальных геостационарных спутниках Земли с узконаправленной передачей энергии на наземные приемники. На этих спутниках солнечная энергия трансформируется в электрическую и в виде электромагнитного луча сверхвысокой частоты передается на приемные станции на Земле, где преобразуется в электрическую энергию. Мощность одной орбитальной станции может составить от 3000 до 15 000 МВт.

*Морская энергетика* базируется на энергии приливов и отливов (Кислогубская ЭС на Кольском полуострове), морских течений и разности температур в различных слоях морской воды. Иногда к ней относят волновую энергетику. Пока морская энергетика малорентабельна из-за разрушающего воздействия на оборудование морской воды.

Приливная энергетика рентабельна на побережьях морей с исключительно высокими приливами.

*Низкотемпературная энергетика* — получение энергии с использованием низкотемпературного тепла Земли, воды и воздуха, вернее разности в температурах их различных слоев. Промышленное получение энергии с использованием разности температур на поверхности и в глубинах океана пока не выходит за рамки опытных установок.

Температура грунта и горных пород возле поверхности Земли определяется балансом тепловой энергии, которая поступает от Солнца и тепловым излучением земной поверхности. Тепловая энергия, которая поступила от Солнца, аккумулируется в пласте грунта осадочных и горных пород на глубинах к изотермической поверхности.

Пласт грунта между глубиной промерзания и изотермической поверхностью может рассматриваться как естественный сезонный аккумулятор тепловой энергии, причем энергия, отведенная в зимний период, будет восстанавливаться в теплый период года; это касается и грунтовых вод, которые насыщают вышеуказанные пласты грунта и осадочных пород.

Тепловая энергия грунта и грунтовых вод может использоваться для обогрева и вентилирования помещений. Отбор тепловой энергии от грунта может осуществляться с помощью грунтовых теплообменников разных типов.

Температура теплоносителя в грунтовом теплообменнике составляет от -5-7 до +10-12°C и пригодна для производства теплоносителя с температурой 40-70°C с помощью тепловых насосов. Опыт ведущих стран свидетельствует, что энергию грунта наиболее часто используют в теплонасосных установках мощностью до 70-100 кВт, которые обслуживают отдельные небольшие дома. В условиях Украины это могут быть усадьбы

городов и сел (табл. 9.2).

Таблица 9.2. Энергетический потенциал низкопотенциальной теплоты грунта и грунтовых вод в областях Украины

№ п/п	Области	Потенциал низкопотенциальной теплоты грунта и грунтовых вод, тыс. МВт×ч/год		
		Общий потенциал	Технический потенциал	Целесообразно-экономический потенциал
1	Винницкая	4731	3379	513
2	Волинская	3321	2372	290
3	Днепропетровская	15438	11027	424
4	Донецкая	15422	11015	2656
5	Житомирская	3374	2410	428
6	Закарпатская	5093	3638	79
7	Запорожская	3833	2738	355
8	Ивано-Франковская	5532	3951	51
9	Киевская	12966	9262	192
10	Кировоградская	3720	2657	833
11	Луганская	10571	7551	1958
12	Львовская	11941	8529	203
13	Николаевская	3441	2458	117
14	Одесская	4015	2868	195
15	Полтавская	9163	6545	162
16	Ровенская	3106	2219	225
17	Сумская	4492	3208	239
18	Тернопольская	3819	2728	194
19	Харьковская	12125	8661	153
20	Херсонская	2597	1855	172
21	Хмельницкая	4438	3170	171
22	Черкасская	4286	3061	476
23	Черновицкая	2149	1535	123
24	Черниговская	3930	2807	149
25	АР Крым	4027	2877	206
<b>ВСЕГО</b>		<b>157530</b>	<b>112521</b>	<b>10564</b>

В Украине эксплуатируется 9,3 млн. усадебных домов с общей площадью 515,8 млн. м<sup>2</sup>. Для их теплоснабжения можно устраивать грунтовые теплообменники с теоретическим запасом тепловой энергии 525855 тыс. МВт·ч. на год (табл. 2.20). Это и есть теоретические ресурсы тепловой энергии грунта и грунтовых вод, которые значительно превышают потребности энергии для отопления усадебных жилых домов.

Так, например, в 1999 году населению Украины было продано котельно-печного топлива в объеме, эквивалентном 26872 тыс. т у.т., в виде природного газа, кокса, угля, торфа, угольных и торфяных брикетов, жидкого печного топлива, дров.

Из указанного количества топлива около 24185 тыс. т у.т. потреблено на отопление и горячее водоснабжение, при этом было выработано тепловой энергии в объеме до 157528 тыс. МВт·ч.

Для производства такого количества тепловой энергии необходимо было бы использовать 112520 тыс. МВт·ч. низкопотенциальной тепловой энергии, которая принимается за оценку технически доступного объема использования тепловой энергии грунта и грунтовых вод для теплоснабжения усадебных домов.

*Энергетический потенциал тепловой энергии сточных вод в Украине.*

Основными источниками низкопотенциальной сбросовой теплоты техногенного происхождения являются вентиляционные выбросы и охлаждающая вода технологического и энергетического оборудования предприятий, промышленные и коммунально-бытовые стоки. Опыт ведущих стран свидетельствует, что наиболее эффективным является использование тепловой энергии сточных вод с помощью тепловых насосов. В Украине канализационные системы централизованного отвода коммунально-бытовых стоков функционируют в 427 городах, 515 поселках городского типа, 856 селах. Удельный объем коммунально-бытовых стоков составляет 0,15-0,4 куб. м на одного жителя за сутки. Этот показатель в значительной мере зависит от доступности воды и социально-экономических условий в отдельных регионах.

В Украине общий годовой объем коммунально-бытовых стоков составляет около 3740 млн. м<sup>3</sup> (табл. 9.3, рис. 9.1). Температура стоков составляет 12-20 °С в зависимости от сезона.

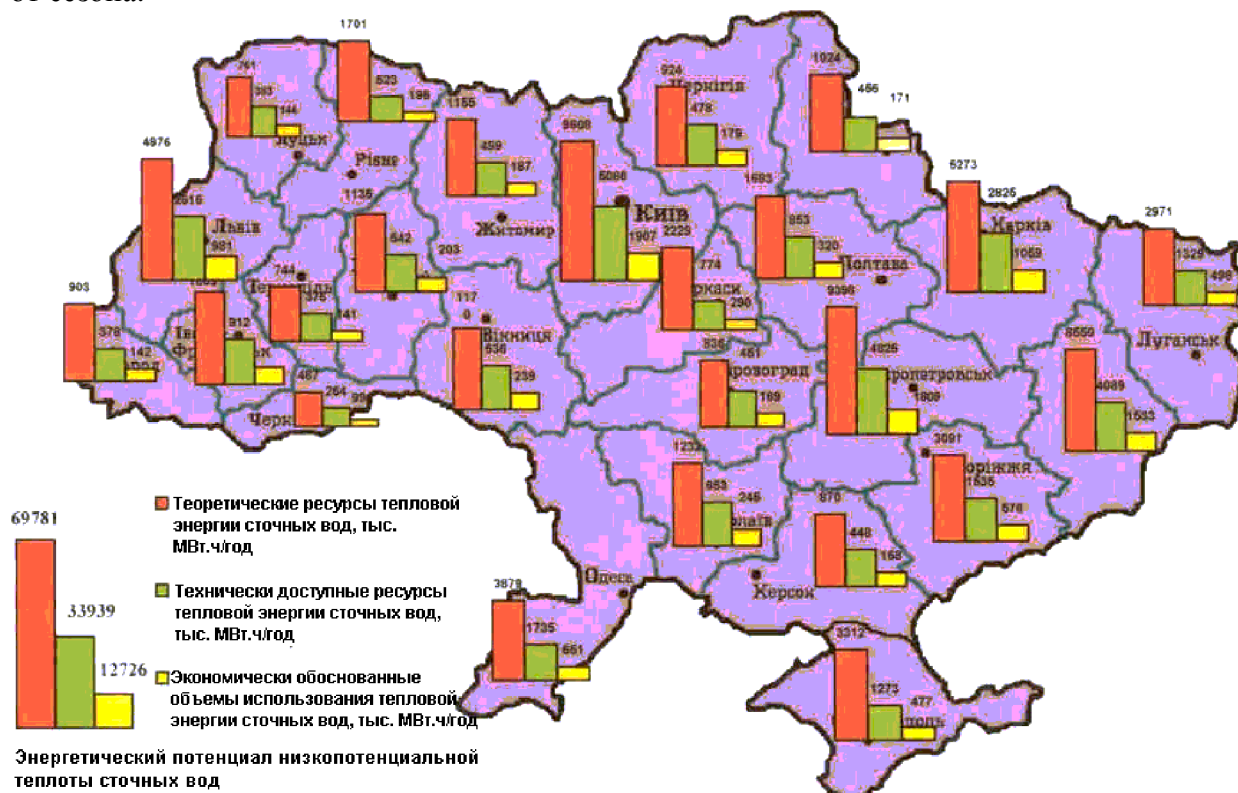


Рисунок 9.1. Энергетический потенциал тепловой энергии сточных вод в Украине

Мощные теплонасосные станции теплоснабжения могут размещаться возле отводных каналов очищенных коммунально-бытовых вод. Возможно создание отдельных теплонасосных установок для утилизации теплоты условно чистых стоков бассейнов, спортивных комплексов, стиральных комбинатов и других объектов бытового и промышленного назначения.

Для расчета ресурсов низкопотенциальной тепловой энергии сточных вод принято,



что температура стоков в летний период составляет 20°C, а в зимний период 12°C. В идеальном случае в тепловом насосе сточные воды можно охладить до 0 °С, но в реальных условиях достигается охлаждение до 0,5 °С.

Теоретические ресурсы низкопотенциальной тепловой энергии сточных вод рассчитываются, исходя из общего объема канализационных стоков соответствующей области. Технически доступные ресурсы рассчитываются, исходя из общего объема очищенных канализационных стоков лишь от городских поселений .

Экономически целесообразные объемы использования низкопотенциальной тепловой энергии сточных вод рассчитываются, исходя из половины объема очищенных стоков от городских поселений соответствующей области (учитываются ограничение, связанные с неравномерностью поступления стоков).

Благодаря работе теплонасосных станций можно уменьшить потребление высококачественного топлива в коммунальных системах теплоснабжения городов; при использовании тепловых насосов с приводом от двигателей внутреннего сгорания, паро- или газотурбинных установок значительно увеличиваются возможные объемы производства товарной тепловой энергии, а эффективность теплонасосных станций возрастает почти в два раза.

Таблица 9.3. Энергетический потенциал низкопотенциальной тепловой энергии сточных вод в областях Украины

№ п/п	Области	Потенциал низкопотенциальной тепловой энергии сточных вод, тыс. МВт·ч/год		
		Общий потенциал	Технический потенциал	Целесообразно-экономический потенциал
1	Винницкая	1170	636	239
2	Волынская	761	383	144
3	Днепропетровская	9398	4825	1809
4	Донецкая	8550	4089	1533
5	Житомирская	1155	499	187
6	Закарпатская	903	378	142
7	Запорожская	3091	1535	576
8	Ивано-Франковская	1869	912	342
9	Киевская	9608	5086	1907
10	Кировоградская	836	451	169
11	Луганская	2971	1329	498
12	Львовская	4979	2616	981
13	Николаевская	1232	653	245
14	Одесская	3879	1735	651
15	Полтавская	1683	853	320
16	Ровенская	1701	523	196
17	Сумская	1024	456	171
18	Тернопольская	744	376	141
19	Харьковская	5273	2825	1059
20	Херсонская	870	448	168
21	Хмельницкая	1135	542	203
22	Черкасская	2229	774	290

№ п/п	Области	Потенциал низкопотенциальной тепловой энергии сточных вод, тыс. МВт·ч/год		
23	Черновицкая	487	264	99
24	Черниговская	924	478	179
25	АР Крым	3312	1273	477
ВСЕГО		<b>69781</b>	<b>33939</b>	<b>12726</b>

"Холодная" энергетика — способы получения энергоносителей путем физико-химических процессов, идущих при низких температурах и сходных с происходящими в растениях. Например, разложение воды на асимметричных мембранах под воздействием солнечного света. Молекула воды распадается на водород и кислород, скапливающиеся по разные стороны этой мембраны. Водород затем используют как энергоноситель. КПД таких мембран в последние годы удалось заметно повысить, а цену — понизить. Вероятно, это перспективный путь. Предполагается, что водород будет широко использоваться в авиации, водном и наземном транспорте, промышленности, сельскохозяйственном производстве. Сжигание водорода не дает вредных выбросов, но он взрывоопасен.

### Лекция 10. ДРУГИЕ ВИДЫ НЕТРАДИЦИОННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ (продолжение)

*Управляемая термоядерная реакция.* Физики работают над освоением управляемой термоядерной реакции синтеза ядер тяжелого водорода с образованием гелия. При таком соединении выделяется громадное количество энергии, гораздо больше, чем при делении ядер урана.

Доказано, что основная доля энергии Солнца и звезд выделяется именно при синтезе легких элементов. Если удастся осуществить управляемую реакцию синтеза, появится неограниченный источник энергии.

Ученые уверены, что вскоре получение энергии за счет термоядерного синтеза превратится из чисто теоретической концепции в обыденную реальность. Весьма перспективными являются энергетические установки, преобразующие одни виды энергии в другие нетрадиционными способами с высоким КПД.

Тепловую энергию в электрическую преобразует *магнито-гидродинамический генератор (МГД)*, который относится к перспективным устройствам (рис. 10.1).

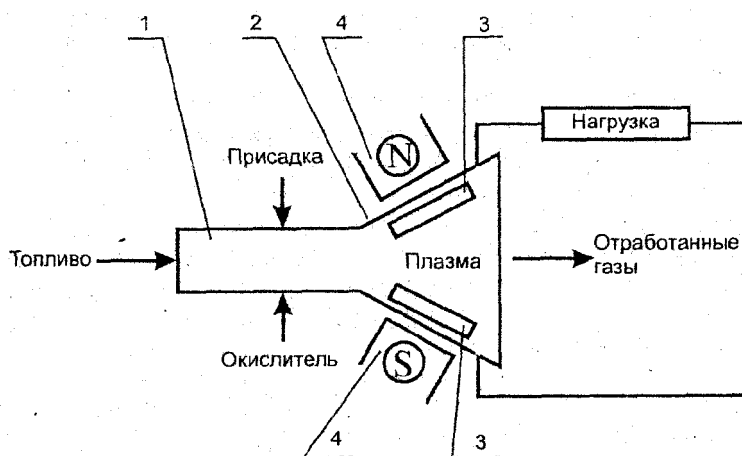


Рис. 10.1. Схема МГД-генератора:

1 — камера сгорания; 2 — МГД-канал; 3 — магнитная система; 4 — электроды

Плазма (ионизированный газ) с добавкой легко ионизирующего вещества ( $\approx 1\%$  Na или K) поступает в канал МГД-генератора при  $3000\text{ }^\circ\text{C}$  и разгоняется в нем. Электропроводная плазма пересекает силовые линии магнитного поля, при этом положительные ионы отклоняются в одну, а отрицательные — в другую сторону. Концентрация положительных и отрицательных ионов на металлических пластинах придает им положительный или отрицательный потенциал; пластины становятся источником ЭДС. При замыкании электродов на внешнюю цепь возникает ток. КПД ТЭС с МГД-генераторами  $\approx 60\%$ .

Большой интерес уделяют непосредственному преобразованию химической энергии органического топлива в электрическую — созданию *топливных элементов* (рис. 10.2).

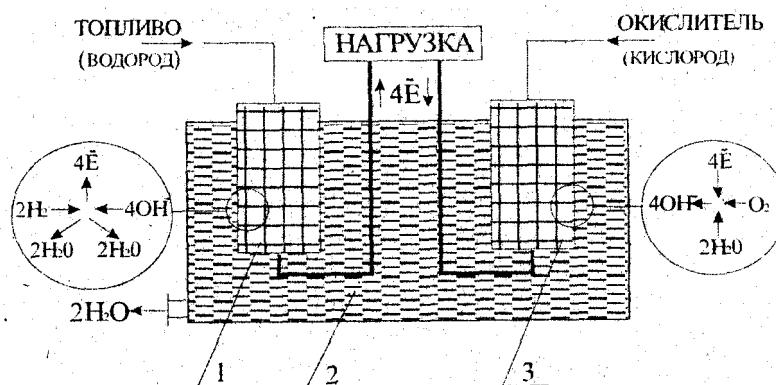
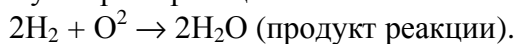


Рисунок 10.2. Схема водородно-кислородного элемента:  
1 — катод; 2 — электролит; 3 — анод

Распространение получили низкотемпературные ( $t = 150, ^\circ\text{C}$ ) топливные элементы с жидким электролитом (концентрированные растворы серной или фосфорной кислот и щелочей KOH). Топливом в элементах служит водород, окислителем — кислород из воздуха. Образование электроэнергии в элементе — это процесс обмена электронами между горючим и окислителем с образованием нового соединения — продукта реакции (рис. 2.14).

Отличие реакции в элементе от реакции окисления при горении в том, что в нем процессы протекают с точки зрения термодинамики обратимо, т.е. разность энергий электронов у исходных веществ и продуктов реакции непосредственно превращается в электроэнергию (упорядоченное движение электронов). При горении же химическая энергия переходит в энергию хаотического теплового движения атомов, молекул и их частей.

Суммарная реакция в элементе имеет вид:



КПД элементов выше 90%. Нет топок, котлов, турбин, генератора, но пока их мощность мала.

Один из способов прямого преобразования энергии — использование *термоэмиссионных генераторов* (ТГ) (рис. 10.3).

Термоэмиссионный генератор (ТГ) — это два плоских (или коаксиальных) электрода, разделенных промежутком и включенных в цепь с нагрузкой. На катод от источника теплоты поступает энергия, достаточная для поддержания термоэлектронной эмиссии (процесс самопроизвольного испускания электронов с поверхности тела в окружающую газовую среду или вакуум). В процессе эмиссии электронов катод охлаждается, электроны из катода попадают на анод. При этом электроны отдают аноду часть своей кинетической энергии, нагревают его и создают избыток их на аноде. Избыток электро-

нов стекает по внешней цепи вновь на катод, таким образом, идет постоянный ток. Промежуток между горячей и холодной пластинами заполняют парами цезия, у которых атомы легко распадаются на ионы и электроны. КПД современных термоэмиссионных генераторов 15—20 %.

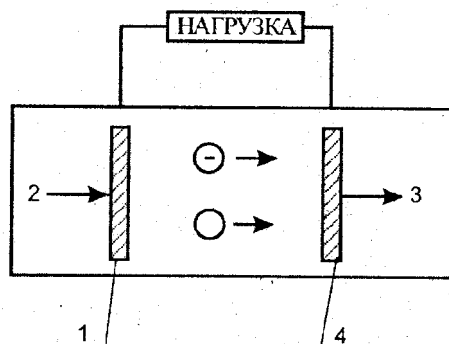


Рисунок 10.3. Схема термоэмиссионного генератора (ТГ):  
1 — катод; 2 — подводимая теплота; 3 — отводимая теплота; 4 — анод

Ведутся работы по созданию энергетических установок, использующих энергию гравитации, вакуума, низких температур окружающего воздуха для обогрева помещений по принципу теплового насоса ("холодильник наоборот", морозильное отделение которого помещено на улице).

#### *Сверхпроводящие системы передачи электроэнергии.*

Обсуждая новые методы преобразования различных видов энергии, нельзя не сказать об исследуемых новых технических решениях по передаче электроэнергии. Одно из наиболее интересных направлений в этой области - это применение эффекта сверхпроводимости. Способность металлов обладать практически нулевым сопротивлением при температурах, приближающихся к абсолютному нулю, получила название сверхпроводимости. Создание криогенных ЛЭП, работающих в условиях низких температур, представляет сложную научную и инженерную проблему. Однако существующие высоковольтные линии практически исчерпали заложенные в них возможности. По пути к потребителю в линиях электропередач теряется до 15—25 % энергии.

Использование сверхпроводимости равноценно введению дополнительных мощностей электростанций. Нынешние высоковольтные ЛЭП позволяют транспортировать мощности около 1 млн кВт. Однако существующий уровень электрификации требует передачи мощностей, превышающих указанный в 5—7 раз, но если для этого дополнительно увеличить напряжение, то воздух перестанет быть надежным изолятором и надо будет изготавливать опоры ЛЭП отдельно для каждой фазы. Если сейчас коридор отчуждаемых земель в зоне ЛЭП составляет 300 м, то при напряжении 1,5 млн В потребуются зона отчуждения шириной около 2—3 км. Легко можно определить площади, которые должны быть изъяты из нормального природопользования. Вот почему проблема создания сверхпроводящих линий электропередач непосредственно связана с решением вопросов оптимального использования природных ресурсов. По предварительным технико-экономическим оценкам, сверхпроводящие ЛЭП могут уже в обозримом будущем найти применение в крупных городах.

Переход от воздушных к кабельным сверхпроводящим системам позволяет не только сэкономить полезные площади, но и ликвидировать физиологическую опасность электромагнитного воздействия от воздушных ЛЭП на организм находящихся в этой зоне людей.

Вопросы энергосбережения могли бы в значительной мере решаться при широком применении сверхпроводников в процессах производства, преобразования, транспортировки, аккумуляции и подведения энергии. В электроэнергетике сверхпроводники могут найти применение в электрических двигателях и генераторах, трансформаторах и преобразователях, индуктивных накопителях энергии, линиях электропередач, реакторах, токоограничителях.

#### *Нетрадиционная энергетика и строительство.*

Нетрадиционная энергетика тесно связана со строительством. Это и неудивительно: ведь основными потребителями энергоресурсов являются здания и сооружения (по данным экспертов, около 50% всей энергии, производимой в странах Западной Европы, потребляется в процессе эксплуатации зданий и сооружений). Для сравнения: на долю транспорта приходится приблизительно 25%. К сожалению, мы не располагаем точными данными по Беларуси. Но можно предположить, что приведенная пропорция характерна и для нашей страны.

Таким образом, в разработках в области энергосбережения в первую очередь нуждаются строительство новых и реконструкция старых зданий. Оригинальные решения на стыке технологий, конструкций и архитектурных идей порождают новое качество жилья, которое на Западе постепенно переходит из разряда *know-how* в разряд необходимого минимума.

Дома с нулевыми затратами на отопление переживают сейчас настоящий бум в Западной Европе. Это и неудивительно, поскольку их эксплуатация обходится гораздо дешевле по сравнению с любыми другими вариантами жилища (для обогрева 1 кв.м Площади "пассивного" дома требуется 4 кг условного топлива в год, в то время как обычный дом, выполненный в соответствии с западноевропейскими теплоизоляционными стандартами, потребляет на 1 кв.м 30 кг условного топлива. Об отечественных зданиях и сооружениях в этом контексте и говорить не приходится. В условиях, когда энергоносители постоянно дорожают, идея нулевых затрат на отопление становится все более привлекательной.

В Швеции "пассивные" дома уже являются общепризнанным стандартом. В Германии они постепенно приближаются к этому статусу.

В Дании правительственная поддержка и широкое внедрение энергосберегающих технологий в строительстве привели к тому, что количество энергии, расходуемой на отопление, сократилось на 24%, а строительный сектор вырос на 20%, что означает общее снижение расхода энергии на 1 кв.м почти вдвое.

Минимальный уровень затрат энергии, необходимой для поддержания комфортных условий проживания, достигается за счет того, что ограждающие конструкции "пассивного" дома почти не пропускают тепло. Для их устройства выбираются максимально энергоэффективные материалы, например, пенополистирол. Тепловой комфорт поддерживается за счет "пассивных" источников — работы электроприборов, тепла, выделяемого при приготовлении пищи и т.д.

Как подсчитали специалисты, в год человек выделяет 300 кВт тепла, что также способствует поддержанию нормальной температуры в доме при изоляции, превышающей обычную в 5 раз. В некоторых случаях предусматривается отдельная "зимняя" система отопления.

Строительство жилых домов, являясь приоритетным направлением социально-экономического развития Украины, активно стимулируется государством, получает первоочередное финансирование и кредитование.

Во времена застоя мало кто задумывался о необходимости снижения энергетиче-

ских затрат в жилищном строительстве: "Страна, мол, большая и богатая — всех обогреет". Подобная беспечность возымела свое отражение на нашей с вами окружающей действительности. Первой проблемой, с которой пришлось столкнуться Украине после развала СССР, была нехватка энергоносителей.

До нынешнего времени вопрос о внедрении энергосберегающих технологий остро стоит в Украине: страна полностью зависима от поставок топлива из России. В подобной ситуации прежде всего необходимо искать пути снижения энергозатрат в пределах самой республики, ведь по оценкам специалистов, перерасход энергии по причине низкой эффективности ее использования составляет примерно 30%. А это уже огромный потенциал, неиспользование которого просто преступно.

Понятно, что внедрение любого мероприятия по повышению эффективности использования энергоресурсов требует детального экономического обоснования. Низкие расценки на энергоносители, дотации государства на энергетические услуги и сравнительно высокая стоимость стройматериалов, используемых при повышении качества теплоизоляции, сделали вопрос об энергосберегающем строительстве дискуссионным. Однако опыт развитых стран свидетельствует об однозначности ответа: энергосберегающее строительство необходимо.

## Лекция 11. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

По данным Международного института прикладного системного анализа (МИРЭС), потребление первичной энергии к 2030 г. по миру в целом составит приблизительно 24 млрд т у.т. в год, т.е. возрастет вдвое по сравнению с уровнем 1988 г.

Тенденция увеличения потребления первичной энергии составляет примерно 1,5—2 % в год.

Перспективы такого роста не могут не вызывать беспокойства, так как это связано с ухудшающейся экологической ситуацией.

Если сохранится современная энергетическая модель (использование углеродного топлива), то в качестве топлива начнут использовать: нефтеносные сланцы, битуминозные породы, тяжелую нефть.

Однако необходимость сокращения выбросов углекислого газа потребует использования безуглеродных источников первичной энергии.

Новая стратегия предусматривает использование водорода, который можно получить из природного газа; энергии биомассы; солнечной энергии, среди способов ее использования наиболее перспективным является фотоэлектрический вариант ядерного топлива при условии обеспечения необходимого уровня безопасности.

Подводя итог, можно сказать, что в перспективе в системах энергоснабжения будут использоваться как традиционные, так и нетрадиционные виды энергии.

Энергетика, как никакая другая отрасль общемировой промышленности, требует на нынешнем этапе объединения усилий всего человечества для решения возникших проблем и определения стратегии развития. Главнейшая задача — предотвращение экологического кризиса. Поэтому развитие энергетики на не добавляющих энергию в биосферу Земли источниках не только необходимо, но и неизбежно.

Эра ядерных грез закончена, а существующие и строящиеся АЭС должны обеспечиваться твердой гарантией безопасности. Безотлагательного решения требует проблема захоронения радиоактивных отходов.

По данным МАГАТЭ, в конце 1997 г. во всем мире работало 437 энергетических реакторов — на пять меньше, чем в конце 1996 г. Однако в результате вывода из эксплуатации старых и небольших АЭС и ввода в строй новых и больших реакторных блоков суммарная мощность повысилась. Общее количество ядерных блоков в стадии строительства осталось на том же уровне — 36. Наибольшую долю ядерной энергетики в суммарном энергопроизводстве имеют Литва — 91,5%, Франция — 78,2%, Бельгия — 60%, Украина — 46,8%, Швеция — 46,2%, Болгария — 45,4%, Словакия — 44%, Швейцария — 40,6%, Словения и Венгрия — 40%. АЭС обеспечивают примерно 17% общемирового производства электроэнергии.

Современные концепции безопасности АЭС основаны на трех принципах: управления, глубокоэшелонированной защиты и инженерно-технических средств безопасности. Ведущими энергетическими корпорациями и фирмами индустриальных стран разрабатывается более 20 проектов АЭС нового поколения, радикально отличающихся не только по мощности и типу реактора, но и по технологическим, схемным и конструктивным решениям.

По срокам коммерческой реализации и степени самозащищенности АЭС условно делят на три поколения. Проекты АЭС нового поколения основаны на использовании освоенных и проверенных в эксплуатации технологий и конструкций, имеют активные и пассивные системы безопасности, что позволяет снизить вероятность тяжелых аварий и уменьшить на 20 % капиталовложения и себестоимость электроэнергии.

Если говорить об оценке эффективности ввода ядерных энергоисточников в Ук-

раине, то необходимо отметить следующее.

Различия в стоимости строительства АЭС в разных странах мира нельзя назвать незначительными. Это связано с курсовой разницей валют, стоимостью рабочей силы, уровнем сервиса и ценой на стройматериалы. Основным параметром, определяющим базовую стоимость строительства, являются мощность блоков и их количество на одной станции (уменьшаются затраты на создание инфраструктуры, проектные и изыскательские работы). При оценке эффективности ввода ядерных источников учитываются эксплуатационные затраты, стоимость топливного цикла для ядерных реакторов, прогноз потребности в электроэнергии, прогноз цен на топливо, а также различные сценарии развития системы генерирующих источников.

Капитальные затраты на строительство АЭС мощностью 2560 МВт из четырех блоков по 640 МВт составляют 4763,6 млн дол. США, общий срок строительства АЭС — 19 лет, средние затраты — порядка 250 млн дол. США в год.

Развитие атомной энергетики в Украине позволит сократить затраты на импорт топливных ресурсов и улучшить баланс внешней торговли. В настоящее время закупки энергоносителей и энергии достигают около 60 % от всего объема импорта и в абсолютном исчислении составляют 1,5—1,7 млрд дол. США, что превышает расходную часть всего государственного бюджета страны.

Критики идеи необходимости строительства АЭС отмечают, в частности, что энергетическая значимость АЭС с установленной мощностью 2,4 млн кВт не превышает 4,5 % энергопотребности страны и вовсе не составляет 30 %, о которых заявляют сторонники строительства АЭС.

Сам по себе факт внушительной доли ядерной энергетики в развитых западных странах сторонники строительства АЭС рассматривают как прямое доказательство перспективности такого пути. Противники строительства АЭС напоминают, что при этом умалчиваются сложные проблемы захоронения ядерных отходов. А ведь количество слабо- и среднеактивных отходов измеряется тысячами кубометров в год.

Противники строительства АЭС полагают, что теоретические выкладки по поводу прочности и надежности во многом необоснованны. Через определенное время оборудование приходит в негодность и возникает проблема его ликвидации и уничтожения отработанных элементов. Например, средний срок останковки 20 реакторов в разных районах США составил около 13 лет.

Учитывая сложную экономическую ситуацию в нашей стране, необходимо прийти к выводу, что в течение ближайших лет проблема строительства АЭС или использования других способов выработки электроэнергии все, равно останется.

Развитая традиционная энергетика также опасна для окружающей среды при существующих технологиях очистки. Экологически неприемлемы крупные и централизованные системы электроснабжения. Каких бы затрат не требовало приведение технологий к экологически допустимым, его необходимо осуществить.

Важнейшая стратегия развития энергетики — это политика энергосбережения. Особенно актуальна эта проблема для стран СНГ и Восточной Европы. Для них в мае 1990 г. представители стран, входящих в Европейскую экономическую концепцию ООН, разработали программу компании "Энергосбережение — 2000", предусматривающую расширение контактов, установление информационного обмена, определение общемировых стандартов, знакомство с эффективными технологиями, демонстрацию передового опыта, отбор новинок.

В настоящее время разработан пессимистичный и оптимистичный прогнозы развития мировой энергетики на 2020 г. (табл. 11.1).

Исследованиями МИРЭС установлено, что увеличение использования нетрадици-



онных и возобновляемых источников энергии до 2020 г. может достигнуть только 12 % от мирового потребления традиционной энергетики.

Дальнейший прогресс в создании надежных, технически совершенных, экономичных и простых в эксплуатации конструкций энергоустановок на базе нетрадиционных возобновляемых источников энергии позволит существенно решить и основную проблему — снизить удельную стоимость вырабатываемой энергии. С этой точки зрения интересны прогнозные данные ряда зарубежных специалистов, приведенные в табл. 11.2.

Таблица 11.1. Сводка данных по максимальному и минимальному вариантам прогноза мировой энергетики, опубликованному МИРЭС в 1993 году

Общие данные	Фактические данные за 1990 г.	Прогноз на 2020 г.	
		Максимальный вариант	Минимальный (экологический) вариант
1	2	3	4
Численность населения, млн чел.	5292	8092	8092
Экономический рост: валовой внутренний продукт, трлн дол. США	21,0	64,7	55,7
валовой внутренний продукт на одного жителя, дол. США	3972	8001	6884
Потребности в первичных энергетических ресурсах: суммарные, млн т у.т.	12593	24610	16120
удельные, т у.т./чел.	2374	3060	1988
Потребности в электроэнергии, млрд кВт-ч	11608	23000*	23000*
Энергоемкость экономики, кг у.т./дол.	0,55	0,41*	0,41*
Структура мирового энергетического баланса, % к итогу:			
уголь			
нефть	26,3	28,2	18,9
природный газ	31,0	26,7	25,7
атомная энергия	19,5	21,2	22,1
гидроэнергия	5,0	5,7	6,1
возобновляемые источники энергии	5,3	5,8	5,9
	12,9	12,4	21,3

Общие данные	Фактические данные за 1990 г.	Прогноз на 2020 г.	
		Максимальный вариант	Минимальный (экологический) вариант
Потребности в первичных энергетических ресурсах по регионам, млн т у.т.:			
Северная Америка	3095	3494	2615
Латинская Америка	825	3190	1869
Западная Европа	2091	2594	1886
Центральная и Восточная Европа	418	515	379
Содружество Независимых Государств	2069	2394	1830
Ближний Восток и Северная Африка	453	1853	1131
Африка южнее пустыни Сахары	380	1829	869
Тихоокеанский регион**	2635 (1358)	6989 (3328)	4273 (2528)
Южная Азия	637	2648	1287
Выбросы в атмосферу:			
Сера, млн т	64,6	98,1	42,8
Азот, млн т	24,0	37,9	20,9
Углерод, млн т	5,9	11,5	6,3

\*По среднему варианту.

\*\*Включая страны Азии с плановой экономикой (данные по этой группе стран приведены в скобках).

Сопоставляя традиционные и нетрадиционные энергетические установки, анализируя перспективы их развития, нельзя не отметить экономические и экологические аспекты, некоторые из них нашли отражение в таблицах 11.3, 11.4.

Таблица 11.2. Стоимость электроэнергии, производимой на основе использования различных видов топлива и НВИЭ за рубежом, дол. США / кВт-ч

Источники энергии	1980 г.	1989 г.	2000 г.	2020 г.*
Нетрадиционные возобновляемые источники энергии				
Энергия солнца	0,25	0,07	0,04	0,01
Тепловая солнечная энергия	0,24	0,12	0,05	0,03
Фотоэлектрическая солнечная энергия	1,5	0,35	0,06	0,02— 0,03
АЭС и станции на органическом топливе				
Атомная энергия	0,04—0,13			
Энергия, полученная при сжигании нефтепродуктов	0,06			
Энергия, полученная при сжигании угля	0,04			

\*Прогнозная оценка.

Таблица 11.3. Материалоемкость и трудоемкость создания и эксплуатации некоторых типов энергоустановок

Первичный энергоресурс, источник энергии	Материалоемкость установки, отн.ед.	Общая трудоемкость создания и эксплуатации установки, отн.ед.
Природный газ	1,0	1,0
Нефть	2,2	1,6
Уголь	3,2	2,0
Ядерная энергия	5,6	2,8
Энергия солнца: на отопление	62,5	40,0
фотопреобразование	109,4	140,0
Гидроэнергия	62,5	-
Энергия ветра	250,0	72,0

Таблица 11.4. Средняя площадь, необходимая для производства 1 МВт электроэнергии на электростанциях различного типа, м<sup>2</sup>

АЭС	630
ТЭС:	
на жидком топливе	870
на природном газе	1500
на угле	2400
Солнечные электростанции	100 000
ГЭС	265 000
Ветроэнергетические станции	1 700 000

Лекция 12. КОНЦЕПЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ  
УКРАИНЫ НА ПЕРИОД ДО 2020 ГОДА

Противоречие между наличием собственных энергоресурсов стран и возрастающими потребностями в них, исчерпаемость запасов топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) и возрастание масштабов экологических проблем, связанных с их добычей (производством), транспортировкой, преобразованием и потреблением, обуславливают тенденцию обострения энергетических вопросов в жизнедеятельности человечества, каждой отдельной страны. Вследствие этого борьба за владение энергоресурсами, право их транспортировки, влияние на рынок энергоносителей стала сегодня одним из важнейших факторов реализации интересов держав мира, их политического поведения, базой для политических и экономических союзов и в конце концов источником международных конфликтов. Учитывая это, каждое государство, в том или другом виде, имеет собственную сформулированную энергетическую политику.

Обеспечение постоянного развития топливно-энергетического комплекса (ТЭК) является необходимой предпосылкой возрождения национальной экономики и в особенности важно на этапе ее вхождения в мировое экономическое пространство, поскольку от состояния ТЭК в значительной мере зависит степень экономической и политической независимости государства.

При этих условиях необходима разработка долгосрочной Концепции государственной энергетической политики Украины, сориентированной на: преодоление кризисных явлений в энергетике; повышение уровня энергетической безопасности Украины в условиях перехода к постоянному развитию; определение базовых ориентиров для формирования долгосрочных задач развития ТЭК.

Эксперты Центра Разумкова 23 февраля 2001 г. подготовили проект Концепции государственной энергетической политики Украины на период до 2020 года, который стал предметом для обсуждения на заседании Круглого стола при участии народных депутатов, представителей министерств и ведомств Украины, посольств зарубежных государств и энергокомпаний, отраслевых специалистов и профсоюзов. Ниже освещаются отдельные вопросы работы и развития ТЭК Украины, которые содержит Концепция.

***Потенциал и базовые тенденции ТЭК Украины.***

Главной тенденцией работы ТЭК на протяжении последних 10-ти лет вследствие влияния разных объективных и субъективных факторов является уменьшение добычи (производства) топливно-энергетических ресурсов во всех ее областях. Эта отрицательная тенденция сохранилась и в 2003 г.: вопреки выполнению большинством областей ТЭК годовых задач, добыча нефти (с газовым конденсатом) и природного газа снизилась, сравнительно с 1999 г., на 2,9% и 0,4% соответственно; производство электроэнергии — на 0,5%; добыча угля — почти на 2%.

Более стабильная, сравнительно с другими областями, работа нефте- и газодобывающих отраслей создает лишь иллюзию их благополучия. На самом деле же, эффект от прежде вложенных в эти области инвестиций исчерпывается и вследствие убытия старых фондов возникает реальная опасность значительного падения добычи нефти и газа уже в ближайшее время. Добыча углеводородов в Украине характеризуется резким ухудшением показателей сырьевой базы — как качественных (возрастание доли труднодобываемых запасов), так и количественных (сокращение объемов). Вместе с сокращением инвестиций и падением эффективности вложений в геологоразведочные работы эти факторы служат причиной постепенного падения добычи нефти и газа. В результате, за счет собственной добычи потребности украинской экономики в углеводном сырье обеспечивают-

ся лишь частично: в природном газе — на 24%, в нефти — на 12%.

На протяжении последних лет загруженность мощностей украинских нефтеперерабатывающих заводов сырьем постоянно снижается: в 1999г. она составила 18,6%, в 2000г. — 14%. Низкой остается глубина переработки нефти на украинских НПЗ — в среднем 63%. Для сравнения: на лучших американских НПЗ этот показатель достигает 90%.

Украина является одной из наибольших транзиторов газа в мире. Через территорию Украины на мировые рынки поступает около 90% общих объемов русского экспорта газа. Динамика работы газотранспортной сети довольно интенсивна и вообще стабильна. Интенсивная эксплуатация газотранспортной системы привела к тому, что значительная часть магистральных газопроводов, компрессорного и другого оборудования требуют реконструкции. Около трети газопроводов эксплуатируются от 23 до 48 лет; почти 45% трубопроводов имеют несовершенное покрытие, которое вызывает их коррозию. Значительная часть парка установленных на компрессорных станциях газоперекачивающих агрегатов морально и физически устарела.

Основу нефтетранспортной системы Украины составляют: две автономных системы магистральных нефтепроводов — «Дружба» и «Приднепровские магистральные нефтепроводы»; нефтепродуктопроводы и нефтяные терминалы. Осуществляется строительство нефтяного терминала «Южный» и нефтепровода «Одесса - Броды».

На протяжении 1991—2002 гг. объемы транспортировки нефти территорией Украины сократились на треть, в т.ч. в 2000 г., сравнительно с 1999 г., — на 2,2%. Общее падение объемов транспортировки нефти вызвано уменьшением ее поставок на НПЗ Украины. Объемы же транзита возросли почти на треть, сравнительно с 1991 г., и на протяжении последних четырех лет стабилизировались на уровне 53-56 млн. т.

На протяжении 1990—1997 гг. добыча угля в Украине стремительно падала и достигла наиболее низкой отметки в 1996 г. — 70,5 млн. т. Незначительное возрастание добычи в следующие года не оказало заметного влияния на баланс внешней торговли углем: на протяжении 1995—1999 гг. импорт угля почти в четыре раза превышал его экспорт и составлял в среднем 5 млн. т ежегодно. В 2000 г. угледобывающие предприятия Украины, по предварительным данным, добыли 80,3 млн. т угля — это на 1,4 млн. т меньше, чем в 1999 г. (по данным большинства источников, добыча угля в 1999 г. составила не 81,7 млн. т, как приводит Госкомстат Украины, а 81 млн. т). Главной причиной падения добычи является недостаточное финансирование (бюджетное финансирование капитального строительства началось лишь с июля 2000 г.), вследствие чего подготовка очистных забоев осуществлялась несвоевременно. Поскольку уровень ввода производственных мощностей недостаточен, можно прогнозировать дальнейшее падение добычи угля.

Основу электроэнергетики составляет объединенная энергетическая система (ОЭС) страны, которая централизованно обеспечивает электроэнергией внутренних потребителей, а также осуществляет ее экспорт и импорт. Экспорт электроэнергии из Украины в 1999 г. составил 2296 млн. кВт.час, в 2000 г. — 2380 млн. кВт.час. На протяжении 1990—2000 гг. производство электроэнергии сократилось на 42,8%. По данным 2000 г., наибольшая доля электроэнергии вырабатывается на тепловых электростанциях — 48%, на АЭС — 45,3%, на гидроэлектростанциях — 6,7% (табл. 12.1, 12.2).

Свыше 95% энергоблоков ТЭС уже отработали свой расчетный ресурс (100 тыс. часов), причем больше половины из них находятся в эксплуатации свыше 200 тыс. часов.

В Украине действуют четыре АЭС, на которых работают 13 энергоблоков, большинство из них с реакторами ВВЕР-1000 находятся в эксплуатации около 15 лет (проектный срок работы — 30 лет). Острой проблемой является низкий уровень безопасности атомной энергетики. Недостаточное финансирование, приближение сроков прекращения

эксплуатации АЭС, отсутствие Национальной программы развития ядерной энергетики делают дальнейшее развитие области неопределенным.

Основу гидроэнергетики составляют восемь крупных гидростанций: семь — Днепровского каскада и Днестровская ГЭС-1. Оборудование ГЭС и сооружения гидроузлов вследствие продолжительной эксплуатации имеют высокую степень физического износа и требуют реконструкции.

Таблица 12.1. Установленная мощность, МВт

Срок	АЭС	ТЭС	ГЭС	Промстанции
На 01.01.1997	12818,0	31887,7	4693,3	2628,2
На 01.01.1998	12818,0	31787,0	4693,3	2648,3
На 01.01.1999	12818,0	31787,0	4709,0	3190,0
На 01.01.2000	12818,0	31787,0	4709,0	3190,0
На 01.01.2001	11818,0	36400,0	4700,0	-

Таблица 12.2. Производство электрической энергии, млн.кВт.час

Срок	АЭС	ТЭС	ГЭС	Промстанции
На 01.01.1998	79433,0	82769,5	9999,2	4822,7
На 01.01.1999	75239,5	76616,8	15833,8	4238,4
На 01.01.2000	72072,5	69085,4	14148,6	5429,5
На 01.01.2001	77340,0	76336,0	11386,0	-

Вообще Украина имеет довольно мощный потенциал ТЭК, причем отдельные подотрасли (прежде всего переработка нефти, производство электроэнергии) имеют избыточные мощности, которые превышают потребности государства. Даже в нынешних кризисных условиях довольно стабильно работают ядерная энергетика, трубопроводный транспорт нефти и газа; признаки стабилизации отмечаются в добыче угля и геологоразведке углеводородов.

Вместе с тем преобладающая часть оборудования и технологий ТЭК морально и физически устарели. Крайне недостаточными являются инвестиции в энергетическую область, которая (в сочетании с кризисом неплатежей) делает невозможной его устойчивую работу и развитие. В результате на протяжении 1990—2000 гг. в ТЭК Украины (электроэнергетике, угольной промышленности и нефтегазовом комплексе) отмечается стойкая тенденция к падению базовых показателей. ТЭК не удовлетворяет потребностей Украины в топливе и энергии. На протяжении следующих 20 лет экономика Украины будет оставаться энергодефицитной, что обусловит ежегодную потребность в импорте топливно-

энергетических ресурсов в объемах 110–140 млн. т условного топлива (табл. 12.3).

***Ключевые проблемы деятельности ТЭК.***

Положение, которое сложилось в украинском ТЭК на протяжении последних пяти-шести лет, можно расценивать как серьезную угрозу национальной безопасности Украины. При наличии мощных областей ТЭК, в стране ограничивается энергоснабжение, вследствие чего не работают сотни предприятий, частично останавливается работа транспорт. А главное — миллионы украинских граждан не имеют элементарных условий для жизни: систематически прерывается снабжение электроэнергией и газа, плохо отапливается жилье.

Углубление отрицательных процессов в ТЭК обусловлено, главным образом, созданием следующих узлов напряженности.

*Таблица 12.3. Использование топлива*

Год	Уголь, млн. т.	Газ, млрд. куб. м.	Мазут, тыс. т.
1999	28,2	13,1	643
2000	26,7	12,1	183
2001	27,8	14,7	486

*Неплатежи за потребленные топливно-энергетические ресурсы и отвесное ухудшение финансового состояния предприятий ТЭК.* Главные причины — кризис платежей вследствие продолжения практики безвозмездного потребления топливно-энергетических ресурсов, фискальный характер налоговой системы, низкая эффективность производства и неконкурентоспособность продукции большинства предприятий. По состоянию на 1 января 2000 г., задолженность всех категорий потребителей лишь за электроэнергию составила 6,75 млрд. грн., что на 1,23 млрд. грн. больше, чем годом раньше.

*Возрастающий разрыв между объемом имеющихся денежно-кредитных ресурсов и потребностями производства в ТЭК.* Разбалансированная финансовая система государства сделала отрасли ТЭК наибольшими кредиторами и донорами народного хозяйства — происходит фактически «беспроцентное кредитование» предприятиями ТЭК отдельных областей экономики, неконкурентоспособных предприятий и частично — население. Обострение финансового кризиса предопределяет неплатежи за топливо и энергию, а также распространение бартерных расчетов: вопреки увеличению на протяжении 2000 г. денежной оплаты электроэнергии, доля бартерных операций в ТЭК превышала средний показатель в промышленности (17,7%) и составляла в электроэнергетике — 20,1%, в топливной промышленности — 26,2%.

*Чрезмерная энергоемкость экономики.* Главные причины — энергоемкая структура промышленного производства, технологическая отсталость энергоемких областей промышленности и сверхнормативные потери на всех стадиях производства, бесхозяйственность, существование теневой экономики, прямые кражи. В результате, на протяжении 1990—2000 гг. энергоемкость ВВП в Украине постоянно возрастала и в несколько раз превышает показатели развитых государств.

*Несовершенное законодательство.* Правовое поле в сфере ТЭК несовершенно, фрагментарно и недостаточно для эффективного регулирования рыночных отношений, которые складываются в области. Из-за этого государство уже частично утратило рычаги регулирования, например, на оптовом рынке электроэнергии после приватизации ряда облэнерго в 2000 г. это вызвало, в частности, резкое падение сбора средств за потреблен-

ную электроэнергию. До сих пор не принят базовый закон для нефтегазового комплекса; не работает Закон Украины «О соглашениях о распределении продукции».

Незащищенными являются права потребителей энергоносителей — даже тех, кто регулярно оплачивает их стоимость, поскольку потребители не имеют действенных рычагов влияния на поставщиков, которые не выполняют условий договоров.

*Реальна угроза развала объединенной энергетической системы Украины* (системной электроэнергетической аварии) — вследствие дефицита генерации электроэнергии за неимением топлива, работы с низкими уровнями частоты (49,1-49,3 Гц) и невыполнение облэнерго задач относительно ограничения мощности потребителей. Это следствие критического состояния электроэнергетики страны, обусловленное:

- недостаточным уровнем мощностей ГЭС, что значительно усложняет обеспечение пиковых и полупиковых нагрузок энергосистемы;
- сложностью регулирования мощностей вследствие того, что основная нагрузка Объединенной энергетической системы Украины охватывается АЭС и угольными энергоблоками ТЭС, которые имеют очень ограниченные регулирующие возможности;
- необоснованностью отличием плановых профилактических ремонтов АЭС;
- невыполнением в полном объеме работ по повышению безопасности работы АЭС, что крайне отрицательно влияет на надежность и безопасность их эксплуатации;
- экономически нецелесообразным использованием мощных ТЭС в маневровом режиме, что приводит к ускоренному физическому срабатыванию оборудования и повышению затрат топлива;
- сверхнормативной эксплуатацией ГЭС, которая приводит к срабатыванию оборудования и водных запасов сверх экологических стандартов.

*Прогрессирующее отставание развития сырьевой базы добывающих областей ТЭК, прежде всего, газовой и нефтяной.* На протяжении 1990—1999 гг. объемы глубокого бурения уменьшились в 46 раз, сейсморазведки — в 15 раз; прирост разведанных запасов не компенсирует даже их текущая добыча.

*Значительная задолженность за импортированные энергоносители.* По состоянию на ноябрь 2000 г., долг Украины лишь за потребленный на протяжении 1998—2000 гг. русский газ составил \$1,362 млрд.

*Жесткое администрирование правительства в ТЭК.* Продолжается практика «ручного» управления денежными потоками, о чем свидетельствуют систематическое изменение алгоритма распределения средств на оптовом рынке электроэнергии по указаниям правительства, вследствие периодического объявления режима чрезвычайной ситуации на этом рынке.

*Критическая зависимость отечественного ТЭК от снабжения энергоносителей от одной страны — России* (около 60% импорта в 2000 г.), что создает угрозу монопольного диктата цен на энергоносители и условия их снабжения со стороны РФ.

*Хронический дефицит инвестиций во всех областях ТЭК.* Объем инвестиций в базовые области ТЭК в 1999 г. сократился в два-три раза, по сравнению с 1990 г., — это не позволяет компенсировать убытия производственных мощностей.

*Изношенность основных производственных фондов.* По экспертным оценкам, по всем областям ТЭК она составляет около 60% и уже приобрела угрожающий характер.

*Невыполнение Украиной обязательств перед зарубежными партнерами.* Например, вследствие невыполнения Украиной собственных обязательств относительно финансирования отдельных общих проектов в электроэнергетике (с участием Мирового банка, ЕБРР и коммерческих банков Германии) их реализация была приостановлена. Упрочившийся характер приобрела также практика несвоевременной оплаты потребленных им-



портированных энергоносителей и несанкционированного перебора транзитного российского газа; это ставит под сомнение надежность Украины как торгового партнера.

*Углубление научно-технического отставания всех областей ТЭК от мирового уровня.* В 1998—1999 гг. (впервые в истории украинской энергетики) Министерство энергетики Украины не планировало проведения научно-технических и опытно-конструкторских работ. Острой проблемой стало отсутствие инфраструктуры научной, инженерно-технической поддержки и сопровождения эксплуатации сложного оборудования областей ТЭК.

*Низкий уровень экологической безопасности предприятий ТЭК.* По экспертным оценкам, в 1999 г. на ТЭК приходилось около 45% выбросов вредных веществ в атмосферу и почти 25% сбросов загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты, свыше 26% твердых отходов и около 65% общего объема парниковых газов. Недостаточным является уровень безопасности использования ядерной энергии при эксплуатации АЭС.

*Значительное отставание темпов приватизации в ТЭК,* по сравнению с другими областями экономики. Доля приватизированных предприятий составляет: в топливной промышленности — 27,6%, в электроэнергетике — 16,2%, против 55,5% в промышленности. Процесс приватизации в ТЭК сопровождается скрытым распределением бывшей государственной собственности (примером может служить офшорная приватизация облэнерго по заниженным ценам).

*Низкий уровень социальной защищенности и охраны труда на предприятиях ТЭК.* Задолженность по зарплате работникам ТЭК, по предварительным данным, составила: в электроэнергетической области — 120 млн. грн. (на 1 декабря 2000 г.); в угольной промышленности — почти 1,9 млрд. грн.; нефтегазовой промышленности — 48 млн. грн. (на 1 января 2001г.). Лишь в угольной промышленности в 1999 г. зарегистрировано 24561 случаев общего и 289 случаев смертельного травматизма — это один из высочайших уровней травматизма в мире.

*Нереалистичность политики среднесрочного планирования и прогнозирования в ТЭК.* Подавляющее большинство показателей утвержденных общегосударственных программ не достигнуто; ни одна отраслевая и общегосударственная энергетическая программа не выполняется в полном объеме. Ведь в стране фактически отсутствует системная государственная энергетическая политика.

*Низкий уровень готовности отраслей и предприятий ТЭК к адаптации норм и стандартов Европейского союза.* Даже среди специалистов отсутствует понимание сути реформ, которые должны осуществить страны-претенденты на вступление к ЕС. Пока что это обстоятельство не сдерживает работу и развитие ТЭК Украины, но может стать помехой выполнения требований ЕС в будущем.

Отдельными важными вопросами, которые требуют неотложного решения, являются: несовершенство ценовой, налоговой и тарифной политики государства в энергетической сфере, что не позволяет обеспечить реальное самофинансирование областей ТЭК; несформированность конкурентного энергетического рынка и соответствующей рыночной инфраструктуры, непрозрачность хозяйственной деятельности монополий, которая сдерживает развитие конкуренции. Решение проблемных вопросов функционирования и развития ТЭК сдерживает чрезмерная политизация энергетической сферы, а также борьба влиятельных политических сил, финансово-промышленных структур и криминальных группировок за контроль над этой стратегически важной сферой и многомиллиардными денежными потоками в ТЭК.

Количество нерешенных проблем в ТЭК приближается к критической массе и создает реальную угрозу энергетической, а затем — и национальной безопасности Украины.

Невозможность ТЭК удовлетворить потребности экономики и население Украины в топливе и энергии, накопление огромных долгов за потребленные энергоносители, дальнейшее накопление нерешенных проблем в энергетической сфере могут подорвать основы экономической безопасности и послужить причиной социальной дестабилизации в Украине.

Однако, несмотря на сложность ситуации, Украина имеет возможности для обеспечения собственной энергетической безопасности и вывода энергетики из кризисного состояния. Для стабилизации ситуации необходимы системные и скоординированные действия всех ветвей власти в рамках взвешенной государственной энергетической политики.

### Лекция 13. ОСНОВЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ УКРАИНЫ. ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ВНЕШНИХ ИСТОЧНИКОВ СНАБЖЕНИЯ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ В УКРАИНУ.

Долгосрочная государственная энергетическая политика Украины, создавая условия для эффективного взаимодействия между ветвями власти, предприятиями разных форм собственности, основывается на следующем.

Создание либерализованных конкурентных рынков энергоносителей будет оказывать содействие повышению эффективности функционирования предприятий ТЭК. Предполагается:

- формирование конкурентной среды в сфере производства и потребления энергоносителей;
- создание полноценных субъектов рынка; либерализация ценообразования на рынках энергоносителей;
- развитие рыночной инфраструктуры;
- ограничение директивного вмешательства государства в работу предприятий энергетики («ручного» управления);
- использование преимущественно рыночных рычагов регулирования ТЭК.

Глубокие структурные изменения в производстве и потреблении энергоносителей сориентированы на повышение конкурентоспособности предприятий ТЭК и приближение структуры топливно-энергетического баланса Украины к имеющейся ресурсной базе энергоносителей.

Планируется наращивание мощностей рентабельных предприятий угольной отрасли, закрытие бесперспективных шахт и разрезов. Уменьшение доли дефицитного природного газа в топливно-энергетическом балансе страны будет достигнуто путем: наращивания объемов добычи угля, повышение его качества; введение в действие новых энергоблоков АЭС; привлечение нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

Увеличение добычи (производства) собственных энергоносителей будет оказывать содействие снижению уровня зависимости отечественной экономики от импортных поставок. Планируется увеличение собственной добычи угля, природного газа и нефти (путем наращивания объемов геологоразведочных работ, более полного освоения месторождений углеводородов, привлечение к поиску и добыче полезных ископаемых иностранных компаний — на основе соглашений о распределении продукции); повышение глубины переработки нефти (путем модернизации НПЗ); использование нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

Максимальное привлечение потенциала энергосбережения будет оказывать содей-

ствии снижению удельных затрат энергоносителей во всех сферах жизнедеятельности, приближению показателей энергоемкости ВВП страны к уровню развитых государств. Предполагается создание и широкое внедрение высокоэффективных технологий и оборудования для производства, транспортирования, распределения и использования энергоносителей, в т.ч. массовое внедрение счетчиков потребления (газа, воды) и средств регулирования (тепловой энергии) в коммунально-бытовой сфере.

Повышение уровня безопасности, стойкости и живучести энергетических объектов будет оказывать содействие: отладке непрерывного снабжения энергоносителей для потребностей народного хозяйства и населения; уменьшению вероятности возникновения и эффективной локализации аварий на случай чрезвычайных ситуаций природного или техногенного характера; уменьшению отрицательного влияния ТЭК на окружающую среду.

Предполагается: перестройка структуры генерирующих мощностей для обеспечения необходимой их маневренности, стабильной частоты электрического тока; повышение безопасности и надежности работы АЭС; повышение стойкости и живучести производственных и транспортных объектов энергетики (прежде всего, гидросооружений, нефтегазопроводов, нефтяных терминалов, магистральных электросетей), обеспечение их надежной охраны.

Привлечение в развитие ТЭК внешних инвестиций является необходимой предпосылкой вывода отечественного ТЭК на качественно новый уровень. Привлечение в энергетику стратегических иностранных инвесторов — это не только критически важный источник финансовых ресурсов, но и высокий уровень менеджмента, маркетинговых технологий, умение работать по прозрачным схемам в рамках действующего законодательства, которое оказывало бы содействие ускоренной «детенизации» энергетики Украины. Предполагается: широкая приватизация энергетических предприятий с участием иностранных инвесторов; создание благоприятного инвестиционного климата (в т.ч. прозрачные процедуры приватизации, противодействие коррупции чиновников, ограничение их административного вмешательства в деятельность общих предприятий); определение приоритетов использования инвестиций (соответственно определенным направлениям структурных изменений и повышения экспортного потенциала ТЭК).

Наращивание экспортного потенциала ТЭК будет оказывать содействие увеличению объемов: транзита энергоносителей (природного газа, нефти, нефтепродуктов) через территорию Украины; экспорта угля, электроэнергии, энергетического оборудования; предоставление услуг относительно поиска, разработки и эксплуатации месторождений, строительства энергетических объектов в зарубежных государствах. Предполагаются: гибкая тарифная политика в сфере транспортировки энергоносителей; привлечение российских и западных компаний к общей эксплуатации газотранспортной системы Украины; приватизация НПЗ с участием иностранных компаний-поставщиков нефти; активное использование информационных, организационных, дипломатических, политических и других рычагов государственной поддержки участия предприятий и научно-исследовательских учреждений Украины в реализации международных энергетических и научно-технических проектов.

#### ***Диверсификация внешних источников снабжения энергоносителей в Украину.***

Диверсификация внешних источников снабжения энергоносителей будет оказывать содействие снижению критического уровня зависимости Украины от импортных поставок природного газа, нефти и ядерного топлива из одного государства. Это повысит надежность снабжения энергоносителей, даст возможность в перспективе получать энергоносители по низким ценам, создаст предпосылки для равноправного сотрудничества с

Россией и вообще — повысит уровень энергетической безопасности Украины.

**Суть проблемы.** Украина импортирует 53% энергоносителей; по международным критериям, такой уровень зависимости не считается чрезмерным. Но проблема состоит в том, что Украина получает основные объемы энергоносителей (около 60% импорта) из одной страны — России (или непосредственно, или через ее территорию). При этих условиях, зависимость энергетики и экономики Украины в целом, от импортных поставок энергоносителей является критической.

**Возможные следствия.** Считается, что снабжение энергоносителей по импорту надежно, если оно осуществляется по меньшей мере из трех источников, иначе возможны следующие отрицательные следствия:

- монопольное повышение цен на энергоносители или введение ограничений на их снабжение в случае ухудшения межгосударственных отношений с государством-экспортером;
- критическая зависимость от государства-экспортера, который усложняет развитие равноправных двусторонних отношений;
- уменьшение объемов поставок энергоносителей вследствие падения их добычи (что уже происходит в России);
- продолжительные перебои в снабжении энергоносителей на случай крупных аварий на магистральных нефтегазопроводах (например, вследствие чрезвычайных ситуаций природного или техногенного характера, диверсий, старение трубопроводных сетей и т.п.).

Приведенные факторы не являются особым признаком отношений между Украиной и РФ — они будут иметь место в отношениях с любым другим государством-экспортером. Поэтому снижение нынешнего (критического) уровня зависимости Украины от поставок энергоресурсов из одного государства является стратегически важной задачей.

**Преимущества.** Реализация диверсификационных проектов предоставит Украине такие преимущества: повысит надежность снабжения энергоресурсов; даст возможность получать энергоносители по низким ценам за счет создания конкуренции между поставщиками; создаст предпосылки для равноправного сотрудничества с Россией; повысит уровень энергетической безопасности Украины.

**Ограничение.** Реализацию диверсификационных проектов сдерживают следующие факторы.

Во-первых, их стоимость очень высока — строительство нефтегазопроводов, создание собственного ядерно-топливного цикла, или его элементов, стоит сотни миллионов — миллиарды долларов. Во-вторых, учитывая кризисное состояние экономики Украины и неблагоприятный инвестиционный климат (и соответственно — высокие риски для инвесторов), создать альтернативные источники снабжения всех видов энергоресурсов и в полном объеме до 2020 г. практически невозможно. В-третьих, на начальном этапе освоения альтернативных источников новые поставки энергоносителей могут быть более дорогими, чем текущие (из России). В-четвертых, реализация диверсификационных проектов может определенным чином усложнить отношения Украины с РФ (даже на долгосрочную перспективу отказ от снабжения энергоносителей из России невозможен, а тем более — экономически нецелесообразно).

**Природный газ.** Россия владеет наибольшими в мире запасами природного газа, граничит с Украиной (затраты на транспортировку — минимальные) и уже связана с нашим государством мощной сетью транзитных газопроводов. По этой причине на период до 2020г. РФ останется для Украины главным поставщиком природного газа.

Вместе с тем Украина имеет выгодное географическое расположение и может расширить круг поставщиков газа — за счет Туркменистана, Казахстана, Узбекистана, а также Норвегии, Ирана и Азербайджана.

На первом этапе реализации диверсификационных проектов Украине целесообразно решить вопрос относительно импорта газа из Туркменистана (уже реализован), Узбекистана и Казахстана. Хотя поставки газа из этих государств могут осуществляться лишь русскими газопроводами, проблема привлечения альтернативных источников будет решена хотя бы частично. Для начала, необходимо удовлетворить минимальное требование — поставки газа из одного источника не должны превышать 51% его импортных поставок.

На перспективу: необходимо развивать маршруты снабжения газом, которые не проходили бы через территорию России. Это дало бы Украине возможность достичь не частичной, а полной диверсификации. В дальнейшем привлечение новых источников снабжения газа (свыше трех, минимально необходимых) будет определяться исключительно экономической целесообразностью.

Реализация диверсификационных проектов возможна лишь при условии получения крупных западных кредитов и создание международных консорциумов. Снабжение сжиженного природного газа дополнительно требует создания Черноморского рынка сжиженного газа, а также привлечение ведущих нефтегазовых ТНК к строительству приемного терминала и установки регазификации сжиженного газа.

**Нефть.** Строительство новых транзитных нефтепроводов через территорию Украины будет оказывать содействие загрузке отечественных НПЗ и снижению цены сырой нефти на внутреннем рынке. Географическое расположение Украины теоретически позволяет задействовать разные источники поставки нефти: Россия, Казахстан, Азербайджан, страны Ближнего и Среднего Востока и др.

Проблема диверсификации источников снабжения нефти в Украину может решаться с учетом экономических факторов — решить ее на основе лишь политических договоренностей невозможно. Экономическую целесообразность снабжения нефти определяют транспортные расходы и глубина переработки нефти на НПЗ. Учитывая эти факторы, а также международные требования к контрактам на закупки нефти, снабжение нефти из Ближнего Востока и других стран, экспортные маршруты которых не охватывают Украину, в среднесрочной перспективе невозможно.

Расположение Украины на пути экспорта каспийской нефти в Европу создает предпосылки для строительства, дополнительно к существующим источникам (Россия, Казахстан), нового — и фактически единого альтернативного транзитного нефтепровода.

Предложенный Украиной маршрут снабжения нефти к странам Центральной Европы, в обход пролива Босфор, с использованием системы «Одесса-Броды» и дальше — к порту Гданьск (Польша), имеет определенные преимущества, сравнительно с маршрутом «Баку-Джейхан». Главная из них — это низкие транзитные тарифы.

Ввод в действие системы «Одесса-Броды» решает вопрос как диверсификации транзитных маршрутов, так и диверсификации поставок нефти на украинские НПЗ.

Однако сегодня есть основания прогнозировать значительную задержку с реализацией этого проекта вследствие: отсутствия подписанных соглашений относительно использования системы «Одесса-Броды»; отсутствия достаточных объемов нефти (прежде всего в Азербайджане) для загрузки этого маршрута; падение мировых цен на нефть; наличия других конкурентных маршрутов (через Турцию, Иран, другие страны).

Реализация этого проекта требует срочного проведения переговоров с целью подписания договоров и межгосударственных соглашений относительно его реализации с ведущими транснациональными корпорациями и странами: которые поставляют нефть к

Черному морю (включая Россию); на территории которых будут построены соединяющие нефтепроводы и будет подключен украинский нефтепровод; которые будут потенциальными покупателями нефти (с определением объемов нефти, транзитных тарифов).

После подписания соответствующих договоров и соглашений необходимо завершить строительство системы «Одесса-Броды», в частности нефтяной терминал «Южный», и создать танкерный флот, соответствующий масштабам реализации проекта.

**Ядерное топливо.** Поставки ядерного топлива на украинские АЭС, а также хранение и переработка отработанного топлива на 100% осуществляются Россией. Исчерпание компенсационных поставок ядерного топлива из России (в обмен на вывезенное из Украины ядерное оружие) и почти полное использование нормативных запасов топлива создают угрозу энергетической безопасности Украины. Это может значительно усилить экономический диктат со стороны России как монопольного поставщика ядерного топлива.

Значительный вклад АЭС в общее производство электроэнергии, а также необходимость обеспечения энергетической безопасности свидетельствуют о целесообразности создания в Украине собственного ядерно-топливного цикла. Однако учитывая отсутствие Национальной программы развития ядерной энергетики, которое бы определяло ее реальные перспективы на следующие 40 лет, а также высокая стоимость создания ядерно-топливного цикла, построение полного такого цикла экономически рискованно. Поэтому на период до 2020 г. целесообразно ориентироваться на создание лишь отдельных его элементов.

После реализации общего проекта с компанией Westinghouse (на основе межправительственных соглашений между Украиной и США относительно мирного использования ядерной энергии и квалификации ядерного топлива для украинских АЭС) Украина сможет использовать ядерное топливо других стран. Это будет оказывать содействие диверсификации источников его снабжения на отечественные АЭС.

**Сближение параметров ТЭК Украины с нормами и стандартами ЕС.** Приближение параметров ТЭК к нормам и стандартам ЕС будет оказывать содействие: реализации экспортного потенциала электроэнергетической и нефтегазовой отраслей Украины, соблюдению более высоких экологических требований к предприятиям ТЭК; интеграции отечественной энергетики в энергетический сектор Европейского союза.

Членство в ЕС, провозглашенное стратегической целью внешней политики Украины, требует приближения к регламентированному Европейским союзом правовым, организационным и техническим требованиям к ТЭК и сопредельным сферам. Прогресс в проведении реформ в энергетическом секторе является важной составляющей адаптации Украиной правовых и нормативных стандартов ЕС — *Acquis communautaire*.

Адаптация законодательства Украины в сфере энергетики к нормам и стандартам ЕС направлена на: ограничение административного вмешательства государства в деятельность ТЭК; либерализацию рынков энергоносителей; создание благоприятного инвестиционного климата для привлечения в развитие ТЭК иностранного капитала; повышение энергетической эффективности экономики, использование потенциала энергосбережения; повышение уровня безопасности АЭС; уменьшение отрицательного влияния ТЭК на окружающую среду; создание стратегических запасов нефти и т.п.. На следующие 10-15 лет приоритетными сферами сотрудничества Украины с ЕС должны стать энергетическая эффективность, ядерная безопасность и экология.

Общий порядок действий, направленных на интеграцию энергетики Украины в энергетический сектор Европейского союза:

- подготовка специалистов по энергетическому праву ЕС;
- определение полного перечня директив (других важных документов) ЕС, которые регулируют правоотношения в ТЭК и сопредельных сферах; создание базы этих доку-

ментов, их структуризация по направлениям;

- перевод директив (других важных документов) ЕС относительно ТЭК;
- сравнительный анализ законодательства Украины, норм и стандартов ЕС относительно ТЭК;
- оценка готовности выполнить требования ЕС в энергетической сфере (законодательство, экология, рынки, работа областей, приватизация, стандарты, безопасность и т.п.);
- определение перечня требований, неприемлемых для Украины или недостижимых на данном этапе, которые требуют переговоров с ЕС для поиска согласованных решений;
- разработка плана адаптации национального законодательства к нормам и стандартам ЕС, с учетом потребностей и особенностей ТЭК Украины;
- оценка ресурсных потребностей для внедрения в ТЭК Украины норм и стандартов ЕС;
- согласование с ЕС: общего плана интеграции энергетики Украины в энергетический простор ЕС; ежегодных планов мероприятий по реформированию ТЭК;
- приоритетов сотрудничества на краткосрочную, среднесрочную и долгосрочную перспективу; сроков выполнения мероприятий; перечня нормативно-правовых актов ЕС, целесообразности и порядка их гармонизации с национальным законодательством Украины;
- необходимости снятия отдельных требований ЕС или их изменения (по качественным или количественным параметрам, срокам внедрения), учитывая особенности ТЭК Украины;
- объемов финансовой помощи Украине со стороны ЕС;
- внедрение в Украине норм и стандартов ЕС относительно ТЭК.

Направления адаптации национального законодательства и технических нормативов к требованиям ЕС относительно ТЭК:

- обеспечение прозрачности цен на газ и электроэнергию;
- обеспечение недискриминационного доступа к транзиту электроэнергии и природного газа;
- открытие внутреннего рынка электроэнергии и соблюдение общих правил единого рынка электроэнергии;
- открытие внутреннего рынка газа (после введения в действие директив на 20%, через пять лет — до 28%; через 20 лет — до 33%) и соблюдение общих правил единого рынка газа;
- создание запасов нефти и нефтепродуктов в объеме по меньшей мере 90-дневного среднего внутреннего потребления соответственно предшествующему календарному году с целью предотвращения кризисных явлений в экономике из-за возможных перебоев в их поставках;
- уменьшение крупными предприятиями выбросов в воздух отдельных вредных веществ;
- повышение качества бензинов и дизельного топлива, уменьшение в них содержимого вредных веществ;
- присоединение к многолетним программам: технологических мероприятий по содействию экологически чистому и рациональному использованию твердого топлива;
- повышение энергетической эффективности;
- содействие использованию возобновляемых источников энергии;
- подготовка объединенной энергетической системы Украины к параллельной работе с

европейской энергетической системой UCPTЕ/CENTREL;

- адаптация национального экологического законодательства к нормам и стандартам ЕС.

Одним из важнейших требований к странам-претендентам на вступление в ЕС является высокий уровень безопасности атомных электростанций; эти вопросы являются приоритетными и для Украины.

Адаптация национального законодательства в сфере ТЭК к нормам и стандартам ЕС, а тем более — внедрение соответствующих изменений требуют значительных ресурсов и согласованных действий всех ветвей власти. На первом этапе необходимо внедрить практику обязательной предшествующей экспертизы проектов всех нормативно-правовых документов относительно ТЭК на предмет их соответствия нормам и стандартам ЕС, конечно, — с учетом интересов и особенностей ТЭК Украины.

Реализация государственной энергетической политики Украины, соответственно определенным основам, требует: усовершенствование нормативно-правовой базы, которая бы предусматривала согласованное использование ценовых, тарифных, налоговых, таможенных и других рычагов; решительной борьбы с коррупцией в государственных структурах; активной «энергетической дипломатии».

#### Лекция 14. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ УКРАИНЫ

Успешное развитие экономики Украины в значительной степени зависит от решения вопроса энергоносителей. Недостаточное количество собственных энергоносителей заставляет их импортировать. Сегодня около третьей части валового внутреннего продукта (ВВП) расходуется на импорт энергоносителей. Поэтому важнейшей задачей экономики является их бережное использование. Энергосбережение должно стать основным приоритетом энергетической политики Украины, поскольку сокращение энергопотребления за счет энергосбережения означает сокращение импорта энергоносителей [1].

Наш энергетический комплекс чрезвычайно энергозатратен. Наибольшие потери энергии имеют при производстве электроэнергии, а также производстве тепла, которое идет на обогрев зданий и горячее водоснабжение. Около половины этого тепла теряется при транспортировке и при его использовании.

Огромный перерасход топлива имеет место из-за того, что электроэнергия вырабатывается на конденсационных электростанциях, на которых полезно используется менее 30% тепла, а около 70% тепла почти не используется. В то время, как огромное количество тепла выбрасывается в окружающую среду, в котельных сжигают большое количество топлива, чтобы получить тепло для отопления зданий и горячего водоснабжения. С этой целью каждый год используется примерно 70-75 млн. тон условного топлива (т.у.т.). Из этой теплоты почти 30-50% снова теряется из-за эксплуатации малоэффективного и изношенного оборудования, аварийного состояния инженерных сетей, низких теплозащитных свойств ограждающих конструкций зданий и т.д. [2].

Один из путей экономии энергоносителей – эффективное использование высокопотенциальной составляющей теплоты сгорания химического топлива, которое используется для отопления и горячего водоснабжения, а также использование выбросов тепла, которые имеют место при генерации электроэнергии на конденсационных ТЭС. Этот способ экономии топлива довольно известен и реализуется он путем комбинированного производства электроэнергии и тепла на теплоэлектроцентралях (ТЭЦ). Соответственно термодинамической терминологии, такой способ обеспечивает значительное повышение эксергетического коэффициента полезного действия [3].

Несмотря на его распространенность в высокоразвитых странах, у нас использова-



ние теплофикационного цикла было и есть мало распространенным. Одна из причин этого – дешевые энергоносители раньше, и недостаточное понимание проблемы сегодня. Только 4% электроэнергии от всего объема потребления вырабатывается на ТЭЦ, а около 60% - на конденсационных электростанциях, на которых только одна треть теплоты топлива превращается в электроэнергию, а две третьих - выбрасывается в окружающую среду и является основным источником токсичного и теплового загрязнения.

Предлагается в Украине изменить технологическую схему производства электроэнергии и тепла так, чтобы использовать до 90% тепловой энергии, которая сегодня выбрасывается в окружающую среду на ТЭС, а также использовать высокопотенциальную составляющую теплоты сгорания топлива городских котельных. Суть предложения в следующем.

Следует закрыть большинство ТЭС и городских котельных, а на замену им необходимо построить по Украине, в компактно заселенных районах (возле областных и районных центров и других городов и поселков), большое количество маленьких (5-50 МВт) и больших (100-200 МВт) современных ТЭЦ. Эти ТЭЦ будут вырабатывать электроэнергию и тепло из природного газа (а также из угля и мазута), что сегодня поставляется на городские котельные и ТЭС. Электроэнергия, которую будут вырабатывать ТЭЦ, будет компенсировать электроэнергию, которую раньше поставляли ТЭС, а тепло будет потребляться для обогрева зданий и горячего водоснабжения [3].

Эффективное сжигание всего объема топлива, которое используется сегодня для отопления и горячего водоснабжения, по теплофикационному циклу разрешило бы вырабатывать около 200 млрд. квт-час. электроэнергии, что на 15-20% превышает ее выработку на всех электростанциях Украины за год (в 2001 году было выработано 170,5 млрд. квт-час). Затраты тепловой энергии, из которой будут вырабатывать электроэнергию на ТЭЦ, а это около третьей части от всей теплоты, можно будет компенсировать за счет устранения потерь (30-50%), которые имеют место сегодня при транспортировке и потреблении тепла населением, коммунально-бытовыми и бюджетными организациями.

Конечно, реализация такого глобального проекта сразу и в полном масштабе проблематична, но приведенные цифры свидетельствуют о наличии мощного источника энергосбережения, которым является эффективное использование высокопотенциальной составляющей теплоты сгорания химического топлива, используемого для отопления и горячего водоснабжения. Сегодня же у нас доля маленьких промышленных и коммунальных ТЭЦ в производстве тепла составляет меньше 10%, тогда как их доля в производстве тепла в Финляндии составляет - 43%, в ФРГ - 53%, в Голландии - 67%, Великобритании и США - более 90% [1]. Последние цифры являются доказательством того, что такой проект реален.

Полная реализация такого проекта по производству теплоты и электроэнергии и их бережному использованию позволит отказаться от производства электроэнергии на тепловых конденсационных и атомных электростанциях. При этом отпадет необходимость импортировать ядерное топливо и на 30 млн. т.у.т. сократится потребление энергоносителей, которые сегодня сжигают на тепловых конденсационных электростанциях. Значительное снижение (приблизительно на 50 млн. т.у.т.) потребления химического и ядерного топлива существенно снизит количество вредных выбросов и тепловое загрязнение окружающей среды. Уменьшение потребления энергоносителей на 50 млн. т.у.т. позволило бы в два раза снизить их импорт, что означало бы экономию средств в размере около 4 млрд. долларов в год.

Еще одним существенным резервом энергосбережения является газовая промышленность, для функционирования которой необходимо значительное количество природного газа и электроэнергии. В особенности это касается газотранспортной системы Ук-

раины, которая имеет общую протяженность более 34 тыс. км, 120 компрессорных цехов, 779 газоперекачивающих агрегатов (ГПА) общей мощностью 5,5 тыс. МВт. Из них газотурбинные установки (ГТУ) составляют 80% парка, что соответствует потреблению около 5,1 млрд.м<sup>3</sup> газа в год [4].

Путем оптимизации технологического цикла можно значительно повысить ККД привода ГТУ и максимально использовать теплоту газов выбросов. Для этого необходимо заменить газотурбинный привод на электрический на всех ГПА, а для электропитания таких ГПА необходимо построить парогазовые теплоэлектроцентрали (ТЕЦ) в местах, близких к крупным потребителям тепла. Топливом для этих ТЕЦ будет природный газ, который сжигается сегодня в газовых турбинах ГПА. Приблизительные расчеты показывают, что в случае полной реализации такого проекта можно будет сэкономить 3,1 млрд м<sup>3</sup> газа стоимостью около 250 млн. долл. США. Стоимость низкопотенциального тепла в количестве 10,4 млн. ГКал тепла будет составлять около 1 млрд гривен [3]. Для сравнения котельные коммунальной теплоэнергетики сегодня вырабатывают 47 млн. ГКал тепла [5].

В Украине есть необходимая технологическая база и достаточные мощности для производства большей части машин и оборудования, чтобы обеспечить реализацию подобного проекта.

Для его реализации необходимо создать национальную программу по перестройке всего ТЭК. Реализация программы будет иметь значительное влияние на экономику страны и даст толчок развитию производства. Ведь речь идет о создании продукции и экономии топлива на десятки миллиардов гривен.

Кроме коммерческой выгоды, следует также помнить о значительном снижении техногенного влияния на окружающую среду за счет сокращения мощностей конденсационных электростанций.

Реализация предложения будет иметь значительный природоохранный эффект, ведь значительно снизятся выбросы в окружающую среду. Так, согласно данным работы [5], каждая сэкономленная гигакалория теплоты предотвращает выбросы в атмосферу 2,2 кг твердых частиц, 3 кг оксидов серы и около 1 кг оксидов азота. Меньшее количество сжигаемого топлива позволит значительно уменьшить выбросы парниковых газов и прежде всего двуокиси углерода.

Последнее можно использовать как стимул к инвестированию этого проекта западными государствами. Ведь для реконструкции теплоэнергетических предприятий, инженерных сетей, проведения мероприятий по теплоизоляции зданий нужны будут значительные средства. Заинтересованность Западных инвесторов в участии финансирования этого проекта в следующем.

Соответственно договоренности в Киото на конференции ООН по изменению климата (декабрь 1997 г.) западные страны должны снизить выбросы парниковых газов (в основном двуокиси углерода), что для них означает снижение производства, поскольку свои возможности по энергосбережению они почти полностью использовали.

Но страны, которые превысили свои квоты по выбросам CO<sub>2</sub>, могут получить сверхурочные квоты за счет снижения выбросов при реализации энергосберегающих проектов в других странах, что не будет влиять на развитие их производства. Например, в Украине снижение потребления химического топлива на 30 млн. т.у.т. позволит снизить выбросы CO<sub>2</sub> приблизительно на 80 млн. т., что будет составлять 1,6 - 8 млрд. долл. Эти средства будут существенным вкладом в реализацию проекта.

Этот проект можно реализовать поэтапно, а сэкономленные средства, полученные после реализации первых этапов, использовать для последующего инвестирования следующих этапов. Такая схема значительно снижает стоимость всего проекта.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Комплексна програма будівництва вітрових електростанцій, Київ, 1996.
2. Зміни та доповнення до Комплексної програми будівництва вітрових електростанцій, Київ, 2000.
3. Результати обстеження будівництва і експлуатації вітрових електростанцій, Київ, грудень 2000.
4. Звіт про стан виконання Комплексної програми будівництва вітрових електростанцій у 2000 році та завдання на 2001 рік, Київ, 2001.
5. Стратегия развития нетрадиционных источников энергии и создание основ для промышленного сотрудничества, отчет по проекту ТАСИС, том 4.
6. Ковалко М.П., Денисюк С. П. Энергосбережение - приоритетное направление государственной политики Украины. - К.: Украинские энциклопедические знания, 1998. - 511с.
7. Лихошва Ю.В. Энергосбережение в жилищно-коммунальном хозяйстве - приоритетное направление деятельности // Конгресс по энергоресурсосбережению. - Киев, 3 - 6 июня 1997 г.- с.25-39
8. Казак Л.Ю. Эффективное использование высокопотенциальной составляющей теплоты сгорания топлива // Материалы международной научно-практической конференции. - Ивано-Франковск, 4-6 мая 1999 г.-с.32-35
9. Макар Р.М., Говдяк Р., Шелковский Н.А. Состояние, пути и перспективы газообеспечения Украины // Вестник ДУ «Львовская политехника»- Проблемы экономии энергии.- Львов, 1998.- с.7-10
10. Казак Л.Ю., Грудз В.Я., Середюк М.Д., Слободчан В.И. Энергосбережение в газотранспортной системе Украины // Нефтяная и газовая промышленность. 2001, №3
11. Здановский В.Г. Некоторые аспекты экобезопасности теплоэнергетики Украины и пути ее улучшения // Поиск и разработка нефтяных и газовых месторождений. - Ивано-Франковск, 2000.- № 37 (том 9)- с.21-30

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ**

**ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ**

**ЧАСТЬ 1. «ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННОГО  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА»**

для студентов специальности  
7.000008 «Энергетический менеджмент»

**Составители:**

**Гридин Сергей Васильевич**  
**Сафьянц Сергей Матвеевич**

Редактор

Издательский редактор

Технический редактор

Корректоры

Сдано в набор . г. Подп. к печати . Формат . Объем печ. л. усл. п. л. Уч.изд. л.  
Изд- № . Тираж экз. . Заказ № . Тематический план издательства