

Управління професійно-технічної освіти,  
координації діяльності вищих навчальних закладів та науки

---

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ЦЕНТР  
ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ У ЛЬВІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

# **ОСНОВИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ**

*Навчально-методичний посібник для ПТНЗ*

Львів – 2011

Посібник розроблено на основі навчального посібника для учнів загальноосвітніх навчальних закладів «Енергозбереження та пом'якшення змін клімату» за редакцією Праховника А.В., Фірсова Л.Ф., Іншекова Є.М., Дешко В.І., Стрелкової Г.Г., Мельникової О.В.

У посібнику розглянуто питання, що стосуються енергозбереження, енергоефективності, пом'якшення змін клімату та принципів сталого розвитку з урахуванням природних і соціально-економічних особливостей України.

Навчально-методичний посібник рекомендовано викладачам та учням професійно-технічних навчальних закладів, в навчальні плани яких введено курс «Основи енергоефективності».

Розглянуто та рекомендовано до друку методичною секцією викладачів предмета «Охорона праці» (протокол №1 від 14 жовтня 2010 року).

## Зміст

<b>Програма курсу “Основи енергоефективності” для учнів професійно-технічних навчальних закладів.....</b>	<b>3</b>
<b>Вступ.....</b>	<b>7</b>
<b>Розділ 1. Сталий розвиток та пом’якшення клімату</b>	
1.1. Основні поняття сталого розвитку.....	9
1.2. Сталий розвиток та міжнародний процес.....	10
1.3. Глобальне потепління та зміна клімату.....	11
1.4. Кліматичні сценарії та можливі наслідки.....	11
1.5. Пом’якшення змін клімату: проблеми та рішення.....	14
<b>Розділ 2. Енергоспоживання</b>	
2.1. Людству потрібно чимдалі більше енергії.....	15
2.2. Історія енергоспоживання.....	15
2.3. Нерівномірний розподіл енергії.....	17
2.4. Енергія і довкілля: наслідки неконтрольованого та нераціонального енергоспоживання для довкілля.....	17
2.4.1. Парниковий ефект.....	18
2.4.2. Кислотні дощі.....	18
2.4.3. Смог.....	19
2.4.4. Теплове забруднення.....	20
2.5. Енергетичні кризи.....	20
<b>Розділ 3. Енергія</b>	
3.1. Енергозбереження.....	23
3.2. Енергозбереження й охорона довкілля.....	24
<b>Розділ 4. Джерела енергії</b>	
4.1. Види ресурсів енергії.....	25
4.2. Невідновлювані джерела енергії.....	25
4.2.1. Торф.....	26
4.2.2. Вугілля.....	27
4.2.3. Нафта.....	28
4.2.4. Природний газ.....	29
4.3. Традиційні способи виробництва теплової та електричної енергії.....	30
4.4. Атомна енергетика.....	30
4.5. Відновлювані джерела енергії.....	31
4.6. Сонячна енергія.....	31
4.6.1. Сонячна тепла енергетика.....	32
4.6.2. Фотоенергетика.....	34
4.6.3. Сонячна теплоенергетика.....	34
4.7. Енергія вітру.....	35
4.8. Гідроенергетика.....	37
4.9. Енергія хвилі та припливів.....	39
4.10. Біоенергетика.....	39
4.10.1. Спалювання біомаси.....	40
4.10.2. Піроліз.....	41
4.10.3. Газифікація.....	42
4.10.4. Біогаз.....	42
4.10.5. Звалищний газ.....	43
4.11. Біопаливо.....	44
4.12. Геотермальна енергія.....	46
4.12.1. Екологічно вигідно.....	48

<b>Розділ 5. Зміни клімату</b>	
5.1. Клімат та глобальне потепління.....	49
5.2. Планетарний клімат і парниковий ефект.....	50
5.3. Наслідки змін клімату. Неконтрольований парниковий ефект.....	51
Підвищення рівня моря.....	52
Дефіцит питної води.....	52
Падіння врожайності.....	52
Захворюваність та міграції.....	53
Морські течії.....	53
5.4. Міжнародні аспекти проблеми зміни клімату.....	53
<b>Розділ 6. Методи ощадного використання енергії</b>	
6.1. Основні принципи енергозбереження.....	56
6.2. Одержати більше з меншими витратами.....	56
6.3. Енергозбереження на практиці.....	57
6.3.1. Обігрівання приміщень.....	57
6.3.2. Потенціал енергозбереження в системах тепло-та гарячого водопостачання.....	58
6.3.3. Енергетичне маркування.....	59
Особливості енергетичного маркування.....	59
6.3.4. Освітлення.....	60
6.3.5. Автомобіль.....	61
6.4. Енергозбереження на муніципальному рівні.....	62
6.5. Споживання і вторинна переробка.....	62
6.5.1. Проблема твердих побутових відходів.....	63
6.5.2. Вторинна переробка.....	63
<b>Розділ 7. Екологічні аспекти функціонування паливно-енергетичного комплексу України</b>	
7.1. Що таке паливно-енергетичний комплекс України.....	65
7.2. Основні галузі ПЕК України.....	65
7.3. Місце ПЕК в економіці країни та його взаємозв'язок з біосферою.....	67
7.4. Вплив ПЕК на навколишнє середовище.....	68
7.5. Шляхи екологізації ПЕК та Концепція національної екологічної політики України на період до 2020 року.....	69
<b>Заключення.....</b>	<b>71</b>
<b>Словник термінів.....</b>	<b>72</b>
<b>Рекомендована література.....</b>	<b>77</b>

# Програма курсу “Основи енергоефективності” для учнів професійно-технічних навчальних закладів

## Пояснювальна записка

Енергія надає людині важливі “послуги” у вигляді тепла для обігрівання приміщення, готування їжі, забезпечує роботу промисловості й транспорту тощо. У зв’язку з підвищенням науково-технічного рівня промисловості й транспорту збільшується споживання енергії, але запаси мінерального палива і води обмежені, їх видобування потребує великих затрат. Крім того, масштаби виробництва та споживання енергії такі, що сьогодні спостерігається їх шкідливий вплив на стан навколишнього середовища. Прагнучи поліпшити життєві умови й знизити вплив на навколишнє середовище, люди постійно шукають нові методи і технології, що дозволяють ефективно використовувати енергію. Таким чином, сьогодні постійно вимагає економно використовувати енергію. Вагомим внеском щодо вирішення питань збереження енергії є усвідомлення людством необхідності дбайливого ставлення до неї.

Навчальна програма курсу “Основи енергоефективності” розроблена з метою ознайомлення учнів з найкращою практикою ефективного використання природних ресурсів у різних країнах світу, застосування національних та сучасних технологій, способів і методів підтримання природного балансу.

Основними цілями цього курсу є:

- Формування сучасного світосприйняття щодо раціонального використання поновлюваних та непоновлюваних природних ресурсів;
- Поглиблення теоретичних знань учнів з питань енергозбереження та екології;
- Залучення учнів до активних дій щодо збереження природного багатства країни
- Зацікавлення учнів проблемою раціонального та дбайливого використання енергоресурсів, виховання економічного та екологічного мислення;
- Розвиток творчих здібностей учнів, інтересу до природничих наук;
- Уміння самостійно працювати з науково-популярною та довідниковою літературою, проводити практичні дослідження;
- Набуття учнями компетентності в області проблеми енерго- та ресурсозбереження у напрямку запобігання негативних змін клімату;
- Формування почуття патріотизму, залучення учнів до розв’язання енергетичних проблем регіону та України.

При вивченні цього курсу передбачається не стільки набуття учнями додаткових знань з природничих дисциплін, скільки розуміння ними незворотності процесів, які відбуваються у природі через нерозумну чи неефективну діяльність людей. Учні мають набувати вміння приймати рішення, критично оцінювати та обстоювати власну точку зору щодо доцільності деяких людських кроків, пов’язаних зі знищенням природного середовища чи погіршенням його стану. Вони мають вчитися оцінювати і порівнювати рівень впливу на навколишнє середовище різних видів енергоресурсів.

Запропонована програма складається з 7-х розділів, у яких розглядаються основні поняття енергоресурсів, перетворення, споживання і збереження енергії, а в зв’язку з цим проблеми сталого розвитку суспільства в цілому та України зокрема, пом’якшення змін клімату. Ця програма розрахована на 14 годин.

Характерною особливістю програми є її практична спрямованість. До більшості тем рекомендовані практичні, експериментальні, творчі завдання, дослідження, що посилені і цікаві учням.

Перелік практичних робіт є орієнтовним. Залежно від умов певного навчального закладу викладач може вибирати окремі роботи або об’єднувати деякі в одну.

## Вступ (1 год.)

Мета та завдання курсу “Основи енергоефективності”. Вживання заходів щодо попередження всесвітньої екологічної катастрофи.

**Практичне завдання 1.** Самооцінка щодо вмінь ощадливо користуватися енергією.

### **Учні мають:**

- знати про причини необхідності вживання заходів щодо попередження всесвітньої екологічної катастрофи;
- усвідомлювати власну відповідальність щодо вирішення проблем енергозбереження та пом'якшення клімату.

## **Розділ 1.**

### **Сталий розвиток та пом'якшення клімату (2 год.)**

Поняття сталого розвитку. Причини, які спонукали до створення міжнародних організацій по захисту навколишнього середовища та підтримки сталого розвитку. Зміна клімату та її можливі наслідки для цивілізації та природи.

**Практичне завдання 2.** Аналіз зміни клімату України за допомогою Кадастру клімату України, Національного кадастру антропогенних викидів парникових газів в Україні або інших документальних матеріалів.

**Практичне завдання 3.** Підготовка логічних схем (малюнки), на яких відображається взаємозв'язок сталого розвитку та зміни клімату.

### **Учні мають:**

- знати поняття сталого розвитку;
- міжнародні організації, які опікуються проблемами захисту навколишнього середовища;
- розрізняти причини, що викликають зміни клімату;
- аналізувати динаміку змін у навколишньому середовищі;
- пропонувати шляхи розв'язання проблем зміни клімату;
- робити висновки щодо сценаріїв зміни клімату та їх наслідків у майбутньому;
- застосовувати практичні способи поліпшення стану навколишнього середовища.

## **Розділ 2.**

### **Енергоспоживання (1 год.)**

Історія енергоспоживання. Енергоспоживання на душу населення. Негативний вплив використання енергії на довкілля. Енергетичні кризи.

**Практичне завдання 4.** Дослідження змін клімату в певному регіоні.

**Практичне завдання 5.** Побудова діаграми споживання умовного палива на душу населення в різних країнах світу.

### **Учні мають:**

- розуміти, як розвивалося енергоспоживання;
- знати значення енергії для розвитку суспільства;
- розрізняти причини утворення парникового ефекту, кислотних дощів, смогу, теплового забруднення, розкривати їх вплив на організм людини та на все живе;
- розуміти особливості нерівномірного розподілу енергоресурсів;
- вміти пояснювати значущість збереження енергії для суспільства
- встановлювати причини енергетичних криз.

## **Розділ 3.**

### **Енергія (1 год.)**

Поняття енергозбереження та енергозберігаючих технологій.

**Практичне завдання 6.**

Вимірювання споживання енергії вдома протягом тижня.

**Практичне завдання 7.**

Призначення електролічильника та способи його використання.

### **Учні мають:**

- знати про використання енергозберігаючих технологій;
- вміти пояснювати призначення різних видів лічильників;
- вміти вимірювати витрати електроенергії вдома.

## Розділ 4.

### Джерела енергії (3 год.)

Енергоресурси. Первинні та вторинні енергоресурси. Непоновлювані джерела енергії: вугілля, торф, нафта, природний газ. Екологічні проблеми, викликані здобуванням та використанням непоновлюваних ресурсів, та способи їх розв'язання. Поновлювані джерела енергії: вода, сонячне випромінювання. Біомаса, геотермальні води (пара), вітер тощо. Вибір економічно вигідного палива для використання в умовах певного регіону.

**Практичне завдання 8.** Вивчення джерел біомаси, які є в певній місцевості.

**Практичне завдання 9.** Дослідження території України з точки зору найдоцільнішого використання існуючих поновлюваних енергоджерел.

**Учні мають:**

- знати види поновлюваних та непоновлюваних ресурсів, які застосовуються в певній місцевості;
- розуміти, що економія природних ресурсів і енергії є реальним способом збагачення країни та збереження довкілля для наступних поколінь;
- наводити приклади раціонального та нераціонального використання енергоресурсів;
- аналізувати переваги використання певних ресурсів для конкретних регіонів України;
- оцінювати енергетичні можливості України

## Розділ 5.

### Зміни клімату (1 год.)

Клімат та глобальне потепління. Планетарний клімат і парниковий ефект. Наслідки змін клімату. Міжнародні аспекти проблеми зміни клімату. Прогнози на майбутнє.

**Учні мають:**

- знати поняття клімату, сутність глобального потепління;
- розрізняти парниковий ефект природного і антропогенного походження;
- розуміти зв'язок між кліматичними умовами на Землі і парниковим ефектом;
- визначати антропогенні джерела та аналізувати вплив різних парникових газів на навколишнє середовище;
- оцінювати наслідки зміни клімату на Землі;
- встановлювати шляхи подолання змін клімату.

## Розділ 6.

### Методи ощадного використання енергії (3 год.)

Способи економії енергії. Енергозбереження на практиці (обігрівання приміщень, використання гарячої води, миття під душем, освітлення, транспорт). Споживання і вторинна переробка. Можливості підвищення енергоефективності.

**Практичне завдання 10.** Підготовка і аналіз матеріалів на тему: “Роль енергії в нашому житті й існування планети”.

**Практичне завдання 11.** Виготовлення малюнку (фотографії, плакату тощо) на тему: “Способи збереження енергії у моєму будинку”.

**Практичне завдання 12.** Дослідження способів зменшення сімейного кошика.

**Практичне завдання 13.** Складання “енергетичного паспорта” своєї квартири або будинку.

**Учні мають:**

- розуміти, що різні джерела енергії використовують для нагрівання, охолодження, освітлення, механічної роботи;
- знати про можливості підвищення енергоефективності;
- знати про поняття енергоджерел нижчої та вищої якості;
- формулювати основні принципи енергозбереження;
- вміти зберігати тепло;

- раціонально використовувати гарячу воду, економно використовувати освітлення відповідно до потреб;
- складати та аналізувати “енергетичний паспорт” своєї квартири або будинку;
- вміти контролювати споживання електроенергії та гарячої води за певний період.

## **Розділ 7.**

### **Екологічні аспекти функціонування паливно-енергетичного комплексу України (2 год.)**

Ознаки негативного впливу, що створюють галузі ПЕК на довкілля. Заходи щодо охорони природи і раціонального природокористування. Енергетична стратегія України.

#### **Учні мають:**

- знати основні галузі ПЕК України;
- називати основні заходи щодо охорони природи та раціонального природокористування;
- розуміти вплив ПЕК на стан навколишнього середовища країни;
- характеризувати основні положення енергетичної стратегії України;
- аналізувати зв'язок між розвитком ПЕК та станом навколишнього середовища;
- вміти виявляти чинники, що заважають реалізації енергетичної стратегії України.



## Вступ

1992 року в Ріо-де-Жанейро (Бразилія) відбулася конференція Організації Об'єднаних Націй (ООН) з навколишнього середовища та розвитку. На ній були присутні представники 197 країн світу. Всі учасники одностайно визнали, що потреби людства виходять за межі екологічних можливостей планети. Першим кроком у всепланетній співпраці став ухвалений на конференції "Порядок денний на XXI століття" ("Agenda XXI"), або Програма сталого розвитку. Основна ідея цієї програми полягає в тому, що на всіх рівнях сучасного суспільства - міждержавному, державному, місцевому, індивідуальному - необхідно терміново вжити заходів щодо попередження глобальної екологічної катастрофи.

Тобто, кожен з нас має усвідомити особисту відповідальність за майбутнє планети. Один з ключових моментів у запобіганні екологічній катастрофі - енергозбереження.

В основу сучасної економіки покладено використання енергетичних ресурсів, запаси яких вичерпуються і не відновлюються. Але найбільше непокоїть те, що нинішні способи виробництва енергії завдають непоправної шкоди природі та людині. Відомо, що здоров'я людей значною мірою залежить від стану навколишнього середовища.

Уважно спостерігаючи за подіями в світі, ми знайдемо багато доказів цього. Отож, розумне використання ресурсів та енергії - одна з найболючіших проблем людства. Вже визнано, що на Землі почалося глобальне потепління. Причиною є викиди до атмосфери так званих парникових газів, внаслідок використання невідновлюваних джерел енергії. Вже сьогодні ми є свідками танення полярних криг і підвищення рівня світового океану, збільшення кількості природних катаклізмів, зникнення унікальних видів рослин і тварин та поширення небезпечних захворювань. Таке руйнування екологічного балансу ставить під загрозу існування людства і тому для уникнення глобальної екологічної катастрофи нам необхідна екологічно безпечна стратегія енергетичного розвитку.

Ефективне використання енергії та ресурсів - ключ до успішного розв'язання глобальних екологічних проблем!

Заощаджувати енергію повинні все людство і кожна людина зокрема. Використовуючи менше невідновлюваних джерел енергії, ми зменшуємо кількість шкідливих викидів у атмосферу. Заощаджену енергію можна використати замість тієї, яку потрібно виробити, і за рахунок цього теж зменшити забруднення навколишнього середовища. До того ж, заходи з економії енергоресурсів у 2,5 - 3,0 рази дешевші, ніж виробництво і постачання споживачам такої ж кількості енергії.

## Зміни клімату в розрізі сталого розвитку

Важливою складовою сталого розвитку сучасної цивілізації є вплив на глобальні процеси зміни клімату, які особливо інтенсивно почали проявлятися протягом останніх років. Пошук шляхів та реалізація проектів, спрямованих на пом'якшення антропогенного (тобто людського) впливу на зміну клімату стає одним з головних напрямків сталого розвитку всього людства. Ми не можемо спрогнозувати, що відбудеться з Землею і людством у найближчому майбутньому, якщо пустити на самоплив процеси глобального потепління. Немає ніякої упевненості в тому, що процес потепління йтиме поступово, і ми встигнемо вжити запобіжних заходів. Наскільки ми уразливі від проявів стихії стає очевидним після жаклих ураганів, повеней, цунамі, інших природних катаклізмів. Різке ж глобальне потепління призведе до значно більших руйнувань, а його наслідки можуть бути набагато гіршими, хоч і менш шокуючими порівняно з наслідками інших екологічних катастроф.

Перш ніж розпочати вивчення матеріалу даного посібника, давайте оцінимо, як ми використовуємо енергію вдома, відповівши на запитання анкети. Наступного разу заповнимо таблицю тоді, коли завершимо навчання.

## Тест на збереження енергії

Дайте відповіді на запитання анкети та перевірте,  
чи вмiсте ви заощаджувати енергiю

У нашому домі	Так	Ні
Ми записуємо наше енергоспоживання		
Ми вимикаємо світло в кімнаті, коли виходимо з неї		
Пральна машина завжди повністю завантажена, коли нею користуємося		
Холодильник стоїть у прохолодній кімнаті		
Ми не ставимо меблі перед обігрівачем		
Ми почали використовувати енергозберігаючі жарівки		
Ми користуємося місцевим освітленням (настільна лампа, бра, торшер)		
Ми провітрюємо приміщення швидко і ефективно протягом кількох хвилин		
Ми заклеюємо вікна на зиму		
Ми зашторюємо вікна на ніч		
Ми закриваємо кришкою каструлю, коли готуємо їжу		
Ми часто розморожуємо холодильник		
Ми миємо посуд у мийці		
Ми миємося під душем, а не приймаємо ванну		
Ми ходимо пішки чи їздимо на велосипеді до навчального закладу і на роботу		
Ми знижуємо температуру в приміщенні, коли виходимо		
Ми знижуємо температуру в приміщенні вночі		
Ми повторно використовуємо скло, папір і метал		
Ми не купуємо товари, якими можна скористатися лише один раз		
Ми не купуємо товари у великих упаковках		
Ми ремонтуємо речі, замість того, щоб замінити їх		

Додайте усі відповіді **ТАК**

**Якщо ви отримали:**

- **Від 1 до 5 відповідей “ТАК”** – вам ще багато чого слід навчитися, отже, почніть уже зараз;
- **Від 6 до 10 відповідей “ТАК”** – у вас багато корисних навичок, які стануть основою для подальшої роботи над собою;
- **Від 10 до 15 відповідей “ТАК”** – ви гарний взірець для всіх інших;
- **Від 16 до 20 відповідей “ТАК”** – хтось з вашої родини повинен стати міністром з питань охорони довкілля.

# Розділ 1

## Сталий розвиток та пом'якшення клімату

### 1.1. Основні поняття сталого розвитку

У різних країнах світу термін «сталий розвиток» має власний переклад, а, отже, і унікальну інтерпретацію відповідно до особливостей мови, та і, власне, його розумінням населенням і офіційними особами. Так, наприклад, з англійської мови цей термін дослівно переводиться як «розвиток, що здатний витримати (винести)», з німецької - «розвиток після сильного та тривалого впливу», з французької - «довготривалий розвиток», з російської - «устойчивое развитие», з італійського - «zasлугує підтримки розвиток». Свого часу виникли труднощі із загальним визначенням цього поняття, тобто виробленням загальної формули, з якою погодилися б всі.

Дотепер різні фахівці по різному ставляться до цього поняття, часто сприймаючи його вузькоспеціально, з своєї професійної точки зору. Одні вважають його економічним терміном, інші - екологічним, треті - соціальним, четверті - політичним, що описує, перш за все, комплекс еколого-економічних дій людського суспільства на соціальному рівні.

Взаємостосунки «Людини і Природи» завжди були багатогранні і не завжди доброзичливі. Вони якісно змінилися в період неоліту коли людство опанувало землеробство, а потім скотарство. Дія людини на оточуюче середовище ставала все активнішою і багатограннішою.

Сучасне людство живе в епоху небувалого розвитку науково-технічного прогресу, що супроводжується активним впливом на природне середовище. Сьогодні, постійно зростаючі потреби людства забезпечуються стрімким економічним розвитком різних галузей виробництва і, передусім, енергетики. Наслідком такого розвитку є значний негативний вплив на довкілля (викиди шкідливих речовин, значні викиди парникових газів, безпосередній вплив на оточуюче середовище і ін.), а середовище, яке оточує нас, у свою чергу, негативно впливає на людство (негативний вплив на здоров'я людини, соціально-економічні наслідки зміни клімату і ін.).

Термін «сталий розвиток» характеризує гармонійний, збалансований, безконфліктний прогрес всієї земної цивілізації, груп країн (регіонів, субрегіонів), а також окремо взятих країн нашої планети за науково обґрунтованими планами. При цьому в процесі постійного економічного розвитку країн одночасно позитивно розв'язується весь комплекс проблем збереження навколишнього середовища, ліквідації експлуатації, бідності і дискримінації кожної окремо взятої людини, цілих народів або груп населення, у тому числі за етнічними, расовими або статевими ознаками. Сталий розвиток це керований розвиток.

Основою його керованості є наукові принципи системного підходу і сучасні інформаційні технології, які дозволяють швидко моделювати різні варіанти шляхів розвитку, з високою точністю прогнозувати їх результати і вибирати найоптимальніший.

Поняття сталого розвитку базується на конструктивних визначеннях прав і обов'язків людини, суспільства по відношенню до природних ресурсів, а також справедливому їх розподілу. Тільки це може забезпечити покоління, що нині живуть, і майбутні, гарантованою кількістю життєво важливих ресурсів за умови постійного зростання добробуту (розвиток економіки), забезпечення справедливості і збереження середовища незаселеною людиною.

Важливою складовою сталого розвитку сучасної цивілізації є вплив на глобальні процеси зміни клімату, які ми вочевидь спостерігаємо за останні роки. Пошук шляхів та реалізація проектів, спрямованих на пом'якшення антропогенного (тобто людського) впливу на зміну клімату стає одним з ключових напрямків сталого розвитку.

Питання сталого розвитку та зміни клімату при формуванні цілей та завдань розвитку країн, регіонів, континентів й цивілізації в цілому виходять на перший план з позицій збереження існування людства на найближчий (в межах одного покоління) проміжок часу.

Для України, яка перебуває в пошуку „свого шляху“, дуже важливо не припуститися принципових помилок у виборі напрямку цього шляху. Ризик полягає в тому, що значно легше надати перевагу зовні привабливому економічному розвитку, без урахування в єдиній,

цілісній моделі екологічної і соціальної сфер діяльності.

В Україні нераціональне господарське освоєння територій, лісовикористання, штучне обводнення ґрунтів призвели до активізації повеней, процесів зсуву і осідання, підтоплення і засолення значних територій і, одночасно, до зникнення більш як 1000 малих річок. Тому втілення концепції сталого розвитку нашої держави вимагатиме напруженої роботи і консолідованих зусиль політиків, управлінців, учених і всього населення України.

## 1.2. Сталий розвиток та міжнародний процес

За ініціативою ООН в грудні 1983 року була створена Міжнародна Комісія по навколишньому середовищу і розвитку (МКНСР) на чолі з Прем'єр-міністром Норвегії Гро Харлем Брундтланд. Комісії було доручено:

1. Зробити аналіз глобальних проблем у відносинах між природою і суспільством.
2. Виявить причини та проблеми, що їх породили.
3. Сформулювати мету, яку повинна поставити перед собою світова спільнота.
4. Запропонувати концепцію і стратегію рішення глобальних проблем.

В 1986 році МКНСР був підготовлений доклад «Наше загальне майбутнє», який був представлений на 42 Сесію Генеральної Асамблеї ООН. Основні висновки Комісії були наступними:

- *За останнє сторіччя взаємовідносини між людиною і планетою, що забезпечує його життєдіяльність, докорінно змінилися, - виникла загроза існуванню цивілізації і життя на Землі;*
- *За останні 100 років темпи споживання і, отже, економічне зростання, різко зросли. У виробництво було залучено стільки ресурсів, скільки за всі минулі століття існування людини;*
- *Економічне зростання руйнує природне середовище, приводить до екологічної деградації, а це у свою чергу підриває процес економічного зростання;*
- *У даний час людство стикається з ризиком необоротного руйнування навколишнього середовища, який загрожує знищенням основ цивілізації і зникнення живої природи Землі. Йдеться не про окремі глобальні кризи (екологічну, економічну, продовольчу), а про єдину кризу глобальної світової системи „людина -природне середовище”;*
- *Швидкість руйнування оточуючого середовища перевершує можливості сучасної науки в осмисленні можливих наслідків та не дозволяє своєчасно спрогнозувати реальні ризики і відповідно до цього внести необхідні зміни у стратегії розвитку окремих регіонів, країн, світової спільноти у цілому;*
- *Якщо таке економічне зростання збережеться, то через декілька десятиріч неминуча деградація природного середовища, а це, у свою чергу, приведе до підриву всієї економіки, всієї системи життєзабезпечення Землі.*

Публікація доповіді «Наше загальне майбутнє поняття» мало значний суспільний резонанс, а саме поняття «сталий розвиток» отримало широке розповсюдження.

20 жовтня 1987 року на Пленарному засіданні 42-ої сесії Генеральної асамблеї ООН була прийнята резолюція з визначенням основного принципу сталого розвитку людства: **«Сталий розвиток має на увазі задоволення потреб сучасного покоління, не загрожуючи можливості майбутніх поколінь задовольняти власні потреби. Цей принцип повинен стати центральним керівним принципом ООН, всіх урядів і міністерств, приватних компаній, організацій і підприємств».**

Рішеннями Конференції ООН в Ріо-де-Жанейро (1992 року, червень), документами 5-ої сесії Комісії ООН по сталому розвитку (Нью-Йорк, квітень 1997 року), 19-ої спеціальної сесії Генеральної Асамблеї ООН (Нью-Йорк, 1997 року червень) міжнародне співтовариство задекларувало перехід до стратегії сталого розвитку. На конференції в Ріо-де-Жанейро принципи сталого розвитку були прийняті главами урядів більше 150 країн. У прийнятому документі «Порядок денний на XXI вік» була окреслена програма того, як зробити розвиток сталим з соціальної, економічної і екологічної точок зору

Даними документами визначена глобальна і міждержавна мета сталого розвитку, генеральні напрями діяльності в цій сфері розвинутих країн і країн, що розвиваються. Також

були визначені соціально-економічні і політичні пріоритети спільних зусиль, що сприяють поліпшенню стану навколишнього середовища, населення планети Земля і вирішенню його еколого-соціальних та економічних потреб.

### **1.3. Глобальне потепління та зміна клімату**

Клімат Землі постійно змінювався з моменту створення нашої планети. Це залежало від різноманітних геологічних та астрономічних явищ, таких як вулканічна активність та коливання орбіти Землі. Навіть зародження життя на планеті залежало від клімату. Зміни кліматичної системи відбувалися упродовж мільйонів років і відбуваються сьогодні. Але характер та інтенсивність цих змін на відміну від багатомільйонної історії Землі носить небезпечний характер, ставлячи під загрозу саме існування людства на Землі.

Незаперечним аргументом на підтримку кліматичної значущості парникового ефекту у розвитку глобального потепління є результати досліджень минулого клімату Землі, що проводяться за аналізами зразків повітряних включень в колонках льоду Антарктиди і Гренландії.

Виявилось, що впродовж останніх сотень тисяч років концентрації CO<sub>2</sub> і метану змінювалися погоджено і, що важливіше, в "такт" з середньо планетарною температурою. Зараз ситуація докорінно міняється. У 2006 році британські кліматологи, з використанням суперкомп'ютера, змоделювали процес глобального потепління. Отриманий результат є найпохмурішим прогнозом з тих, що висувалися раніше: до 2100 року третина нашої планети перетвориться на суцільну пустелю. Перші ознаки здійснення цього прогнозу ми можемо спостерігати вже сьогодні. Піски Сахари все частіше накривають південну частину Європи. Вітри сороко і лібеччо, що дмуть з Лівійської пустелі, приносять із-за Середземного моря мільйони тонн піску, що покриває все навколо зловісним жовтим нальотом. Вже до 2020 року може розтанути сніг в Альпах. Льодовики там активно тануть і сьогодні. Спостереження за природними катаклізмами та моделювання можливих змін клімату, обумовлених зростанням концентрації CO<sub>2</sub> в атмосфері, показує, що парниковий ефект виявляється не тільки в глобальному потеплінні, але і в збільшенні кількості циклонів у високих широтах Північної півкулі, що приводить до зміни гідрометеорологічних умов, збільшення стоку Великих Сибірських річок і зміни льодового режиму в Арктиці.

### **1.4. Кліматичні сценарії та можливі наслідки**

Тільки в останні десятиліття минулого століття розвинені країни світу почали серйозно вивчати природні та антропогенні чинники і закономірності, що формують глобальний клімат. У цьому розрізі світова спільнота поновому розглядає розвиток світової енергетики. Розроблені різні моделі (сценарії) впливу енергетики та промисловості на навколишнє середовище. Мета цих досліджень - запропонувати світовій спільноті варіанти безпечного по відношенню до клімату розвитку економіки, зокрема розбудови та реконструкції енергетичного сектору з урахуванням існуючих загроз для всього людства і конкретних країн при продовженні екстенсивного використання енергоресурсів та кліматично недоброзичливих енергетичних технологій. В умовах зростаючої загрози незворотніх змін клімату Землі для будь-якої країни світу, зокрема і Україні, надзвичайно важливо зробити правильний вибір.

За прогнозами Міжурядової групи експертів з питань зміни клімату – International Panel on Climate Changes (IPCC), якщо людство має намір утримати швидкість зміни клімату на прийнятній для збереження Землі межі, то підвищення середньої температури нижніх шарів атмосфери має бути не вище 1 °C протягом наступних 100 років.

В 2007 році був оприлюднений IV звіт РСС про вплив зміни клімату, пристосування та адаптації людей і живої природи та звіт про потенційні шляхи пом'якшення наслідків негативного впливу зміни клімату. Робота над цими ґрунтовними документами міжнародного значення тривала понад 4 роки. Понад 2500 провідних кліматологів, вчених різних напрямків, експертів з більш ніж 130 країн світу були залучені до цієї роботи. Висновок одностайний: потепління кліматичної системи є безсумнівним, оскільки воно фіксується спостереженнями за підвищенням середньорічних температур повітря та океану, поширеним

таненням снігів та льодовиків та підняттям середнього рівня Світового океану.

Викиди парникових газів протягом XXI століття на теперішньому або більшому рівні призведуть до подальшого потепління і спричинять численні зміни у глобальній кліматичній системі. Аналіз кліматичних моделей разом дозволяє визначити середній показник глобального потепління Землі внаслідок подвоєння концентрації карбону оксиду в атмосфері. Найвірогідніші зміни та ймовірні межі потепління повітря над поверхнею суші зведені у вигляді у 6 маркерних сценаріях викидів наведені у таблиці 1.

Ймовірно, що коливання будуть у межах 2-4,5°C. На думку вчених, уразливі екосистеми можуть постраждати вже при збільшенні температурного режиму на 1,2°C. При потеплінні на 2,3°C почнуться масштабніші пошкодження екосистем, а на 3°C - початок великомасштабних незворотних пошкоджень, що може привести протягом прийдешнього тисячоліття до різкого зниження біорізноманітності на Землі.

Впродовж сторіч людство вважало, що природа неосяжна, а її багатства невичерпні. Тепер нам відомо, як ми жорстоко помилялися. Діяльність людини впливає не тільки безпосередньо на природу, але і на клімат планети. Таким чином, вже декілька десятиліть тому стало очевидно, що вміст в атмосфері речовин, які викликають парниковий ефект (CO<sub>2</sub>, метану, нітрогену оксидів і інших) за останніх 250 років різко зростає і викликано це, перш за все, спалюванням викопного палива: вугілля, нафти і природного газу, а також знелісненням, через неконтрольовану вирубку та збільшенням площі сільськогосподарських угідь.

Багато в чому відповідальність за глобальне потепління лежить на людстві і саме від нас залежить збереження десятків тисяч видів тварин і рослин, що знаходяться зараз під загрозою зникнення через глобальне потепління, зумовлене діяльністю людини.

**Північна Америка.** Підйом рівня морів, створить загрозу частині Флориди, територіям в дельті Міссісіпі і на узбережжі Атлантичного океану. Тут почнеться інтенсивна ерозія прибережних ґрунтів і їх руйнування під час штормів. У довгостроковій перспективі підняття рівня моря загрожуватиме затопленням всім великим містам на східному побережжі.

Погодні аномалії призведуть до більшого забруднення повітря і зростання смертності, в той же час у багатьох районах посуха викличе зростання ризику виникнення лісових пожеж. Хвороби, що переносять комахи, наприклад, малярія, тропічна лихоманка і ряд інших захворювань, розповсюдяться далеко на північ. Загалом, можна сказати, що уразливість країн Північної Америки порівняно низька, а здатність пристосовуватися до змін через розвиненість економіки - висока.

**Південна Америка.** Очікується збільшення числа повеней і посух, що приведе до нестачі продуктів харчування і голоду. Сильніші або, можливо, просто частіші тропічні урагани можуть спричинити значні руйнування з ризиком для життя людей, для населених пунктів і інфраструктури, що при бідності розташованих тут держав украй небезпечно.

**Полярні області.** Очікується, що кліматичні зміни на полюсах, особливо в Арктиці, будуть наймасштабнішими і швидкими на планеті, що приведе до великих соціальних і економічних катаклізмів в країнах, залежних від арктичних екосистем і їх фауни.

**Європа.** Зафіксоване збільшення інтенсивності опадів в деяких районах Західної і Східної Європи вже привело до збільшення числа повеней. Зросте ризик повеней і ерозії ґрунтів в прибережних регіонах, що негативно вплине на густонаселені райони, промисловість, туризм сільське господарство. Вірогідна кількість опадів в Південній Європі в літній період зменшиться, що понизить продуктивність сільського господарства, а в зимовий період вона навпаки, зросте майже по всій території Європи. Спека - влітку, тепло і сніжні заноси - взимку, вплинуть на традиційний для Європи туризм.

Здатність пристосовуватися до умов, що змінюються, буде загалом висока, але найуразливішими залишаться найпівнічніші і південні райони.

**Африка.** Очікується збільшення кількості й інтенсивності таких екстремальних кліматичних явищ, як посуха і повені. Постраждають водоймища з питною водою, не вистачатиме продуктів харчування, погіршає здоров'я населення, руйнуватиметься інфраструктура, сповільниться темп розвитку африканських країн. Північні і південні регіони Африки стануть ще сушіші, що посилить процес утворення пустель. Сільськогосподарське виробництво в

багатьох районах знизиться, що приведе до нестачі продуктів харчування і підвищить вірогідність виникнення голоду, особливо під час посух. Загалом можна сказати, що здатність пристосовуватися до змін клімату в Африці вельми низька, а вразливість до посухи і повеней дуже висока.

**Азія.** Через підвищення рівня моря у поєднанні із зростанням інтенсивності циклонів очікується, що протягом наступних 100 років більше 100 мільйонів чоловік будуть вимушені змінити своє місце проживання.

Число природних катаклізмів в Азії вже почало збільшуватися. Це стало очевидним на початку цього століття, і цей процес посилюватиметься при продовженні глобального потепління, що стане причиною повеней, посухи, лісових пожеж і утворення тропічних циклонів. Виробництво продуктів сільського господарства знизиться унаслідок таких чинників, як спека, нестача води, підняття рівня морів, повені і посуха. Це означає відсутність необхідного обсягу продуктів харчування і збільшення ризику голоду в багатьох районах. Загалом можна сказати, що здатність пристосовуватися до навколишніх умов, що змінюються, в країнах Азії, що розвиваються, низька. В той же час, кліматичні зміни призведуть до значних збитків у багатьох районах.

**Австралія і Нова Зеландія.** Якщо кліматичні зміни активізують такий феномен як Ель-Ніньо (природний кліматичний феномен, обумовлений утворенням теплих водних мас з періодичністю в 6-7 років в екваторіальній частині Тихого океану з подальшим підвищенням температури води біля узбережжя Америки), то тут може виникнути проблема нестачі питної води. Гроза інтенсивність і інтенсивність тропічних циклонів зростає, і в деяких районах це приведе до збільшення ризику для життя людини, руйнування нерухоності та інфраструктури.

**Океанія.** Очікуваний підйом рівня моря посилить ерозію прибережних ґрунтів, втрату суші, збільшить ризик штормового нагання води на сушу і попадання солоної води у водоймища з прісною водою. Коралові рифи і інші прибережні екосистеми опиняться під загрозою зникнення, а рибальство, яке в багатьох районах є основним джерелом продуктів харчування, сильно постраждає. Багато держав, розташованих на плоских, мало виступаючих над поверхнею морів островах повністю зникнуть під водою, а людям мігруючи, доведеться покинути свої будинки.

**Таблиця 1. Очікувані наслідки змін клімату при різних кліматичних сценаріях**

<b>Прогноз</b>	<b>Очікувані наслідки</b>
+ 2,4	Коралові рифи практично зникають через підвищення температури води Світового океану. У Північній Америці пилові бурі завдають великих збитків сільському господарству. По мірі того, як незворотно тане льодовиковий покрив Гренландії, прискорюється підняття рівня Світового океану, затоплюючи заселені коралові острови та низинні дельти. Зникнення льодовиків в Перуанських Андах залишає без питної води 10 млн. людей. У глобальному масштабі вимирання загрожує третині всього живого на планеті.
+ 3,4	Тропічні ліси зникають через катастрофічні пожежі. Вся Південна Америка вкрита димом та попелом. Після того, як дим розвіється, центральна Бразилія перетвориться у пустелю. Величезні кількості карбону оксиду додатково викидаються в атмосферу, що ще більше посилює глобальне потепління. Полярна шапка протягом літніх місяців повністю зникає, залишаючи північний полюс без льоду вперше за останні 3 млн. років. Полярні ведмеді, моржі, нерпа – зникають. В зв'язку з таненням снігового покриву в горах мільйони людей залишаються без питної води. Пустеля Калахарі поширюється на всю південну Африку. Десятки мільйонів людей мігрують в інші місцевості та країни, що призводить до заворушень, соціальних та економічних проблем.
+ 4,4	Зникнення льодовиків в горах та танення криги в полярних районах примушує десятки мільйонів людей емігрувати, особливо в Бангладеш, дельтах річок Нілу та Нігер, Шанхаї. Швидке зростання температур в Арктиці призводить до

	танення вічної мерзлоти в тундрі і Сибіру, що супроводжується вивільненням великих кількостей метану та CO <sub>2</sub> . Як наслідок, глобальні температури продовжують швидко зростати. Суховії та посухи роблять більшу територію субтропіків непридатною для проживання, великомасштабне мігрування поширюється, навіть на Європу, де пустелі охоплюють південну Іспанію, Італію та Грецію. Більше половини диких видів зникає внаслідок найбільшого вимирання від епохи динозаврів. Ведення сільського господарства в Австралії стає неможливим.
+ 5,4	Зникає льодовикове покриття на заході Антарктики. Рівень світового океану підвищується на 5 м. Якщо ці температури збережуться, то на планеті зовсім зникне лід і рівень моря буде на 70 см вище, ніж сьогодні. Внаслідок зникнення льодовиків у Гімалаях, висихання річки Інд гинуть народи південної Азії, тоді як мільйонам людей у східній Індії і Бангладеш загрожують катастрофічні повені. Супер-Ель Ніно викликають глобальний погодний хаос. Більшість людей шукають порятунку від високих температур в навколо полярних зонах. Десятки мільйонів біженців прагнуть досягти Скандинавії та Британських островів. Світовий ринок продуктів зникає.
+ 6,4	Більшість видів на планеті вмирає. Підвищення температури Світового океану призводить до вивільнення з океанічного дна метану, що посилює потепління. Океани втрачають кисень і застоюються, виділяючи отруйний сульфід водню, який руйнує озоновий шар. Пустелі поширюються майже до Арктики. Планетою гуляють гіпербурі небаченої жорстокості та сили. Вони викликають шторми, які руйнують все на своєму шляху на суші. Людство зменшується до розмірів невеликих груп, яким вдається чудом вижити в приполярних зонах. З підвищенням температури більше, ніж коли-небудь за останні 400 млн. років більшість життя на планеті гине.

### 1.5. Пом'якшення змін клімату: проблеми та рішення

Проблеми зміни клімату та глобального потепління тісно пов'язані з неефективністю традиційної енергетики. Перетворення енергії природних енергетичних ресурсів на інший вид енергії супроводжується значними витратами енергії. Якщо підрахувати середні показники ефективності перетворення енергії на теплових станціях України і показники використання електричної енергії споживачами, то ми вимушені констатувати, що в цьому процесі втрачається до 73 % енергії, тобто використовується тільки до 27 % первинної енергії. Решта частини у вигляді втрат потрапляє у навколишнє середовище, викликаючи забруднення атмосфери шкідливими речовинами і парниковими газами та призводячи до теплового забруднення довкілля.

З появою нових технологій вироблення енергії в світі почалося достатньо інтенсивне втручання “зеленої” енергетики в енергозабезпечення потреб людства. З'явилися нові ефективні джерела малої енергетики (джерела розподіленої генерації), які мають високі показники використання первинного органічного палива, а значить і незначний вплив на екологію. Тому, на тривалу перспективу очікується комбіноване використання централізованих і децентралізованих систем – інтегрованих систем енергопостачання. Інтегровані системи енергопостачання – це такі системи енергопостачання які є найбільш вигідними для забезпечення енергопостачання з позицій енергобезперебійності, якості енергії і надання енергетичних послуг, доступних за ціною і прийнятних по екологічних наслідках, в першу чергу прийнятних щодо викидів CO<sub>2</sub>.



## **Розділ 2**

### **Енергоспоживання**

#### **2.1. Людству потрібно чимдалі більше енергії**

В усі часи люди використовували і використовують багато енергії. Енергія необхідна для існування будь-якої з форм життя та усіх типів цивілізацій. Існує прямий зв'язок між обсягом енергії, що використовується, і рівнем розвитку цивілізації.

Як і для давніх людей, так і для нас, сучасних споживачів, енергія є засобом поліпшення якості життя. Ми вже усвідомили, що будь-яка діяльність, незалежно від її природи, передбачає використання енергії. За своєю природою людина надто слабка фізично. Але люди мають здатність мислити, і це дозволяло їм протягом усієї історії існування створювати різноманітні пристосування, аби використовувати джерела енергії, потужніші за м'язову енергію, аби з їх допомогою досягти бажаних результатів.

Потреби в енергії в минулому, сьогодні й майбутньому визначаються трьома основними процесами: темпом зростання чисельності населення, рівнями економічного і технологічного розвитку. Вчені прогнозують неухильне збільшення енергоспоживання.

#### **2.2. Історія енергоспоживання**

У будь-якій екосистемі сонце дає енергію для підтримання всіх форм життя. Спочатку енергія споживається в процесі фотосинтезу, коли рослини перетворюють енергію світла на хімічну, створюючи джерела живлення для тварин, в тому числі й для людини, яка в цьому сенсі не відрізняється від інших істот в екосистемі. За підрахунками вчених, печерна людина споживала близько 1% тієї кількості енергії, яку витрачає сучасний мешканець Землі. Правда, і використання енергії в первісному суспільстві було зовсім іншим, ніж зараз. Потреби наших давніх пращурів визначалися значною мірою тим, що вони могли розраховувати тільки на силу власних м'язів. Однак завдяки еволюції людина почала створювати спочатку примітивні, а згодом і складніші знаряддя праці, що розширювали її виробничі можливості.

Коли первісні люди відкрили для себе вогонь, це стало революцією в їхньому житті. Опанувавши вогонь, люди навчилися варити і смажити їжу, знищуючи хвороботворні бактерії та паразитів, що містилися в ній. Вони могли відлякувати диких тварин, зігріватися, виготовляти прості металеві знаряддя праці й зброю для полювання. Спалюючи суху траву, робили землю більш придатною для вирощування рослин. Контрольоване використання вогню було першим способом отримання енергії. Першим паливом слугувала деревина.

Приборкавши диких тварин, людина почала використовувати їхню м'язову силу. Коні, верблюди, бики значно спростили господарську діяльність людини. Минали століття, і людина звернула свою увагу на енергію води, що рухається, - так світ одержав чудовий винахід - водяний млин. Незабаром водяне колесо почали використовувати для підйому води догори, для руху міхів плавильних печей і ще у багатьох технічних пристроях. Машини, що їх рухало водяне колесо, значно перевершували за потужністю м'язову силу людини або робочої тварини.

Незабаром після водяного колеса з'явився вітряний млин.

Оволодіння енергією і новими методами її споживання дало людям змогу поступово відмовитися від ручної праці, а також сприяло зміні соціальної структури суспільства. Так, у первісному суспільстві мисливців і хліборобів вождем найчастіше доводилося полювати і збирати врожай разом з іншими членами племені. У ранніх землеробських суспільствах з одного посіяного кілограма пшениці збирали від трьох до десяти кілограмів урожаю. А коли утворився надлишок продовольства, то з'явилася можливість ділити його на утримання вождів, лікарів, священників і воїнів. Ці люди не займалися рільництвом, але вони забезпечували стабільність і безпеку хліборобів, які, натомість, могли зосередитися на збільшенні виробництва їжі і енергії. Там, де були сприятливіші умови для сільського господарства і використовувалися більш досконалі сільськогосподарські технології, надлишок продовольства й енергії був достатнім для забезпечення великих груп людей.

Надлишок продовольства й енергії дозволяли в поселеннях утримувати фахівців: мулярів, дроворубів, ковалів, торговців і моряків. У свою чергу, товари і послуги, надані цими фахівцями, підвищували рівень життя людей.

Історія використання енергії у світі пам'ятає два грандіозних переходи, що призвели до структурних змін у системі використання енергії на всіх рівнях.

У 1784 р. Джеймс Уатт одержав патент на першу універсальну парову машину. Паровий двигун перетворював теплову енергію, що утворюється при згорянні вугілля чи деревини, на механічну енергію. З того часу людство почало використовувати як біоенергію (наприклад, деревину), так і невідновлювану енергію (наприклад, вугілля) для виконання роботи. Цей винахід Уатта мав вирішальну роль у переході від ручної праці до машинної. Недарма на пам'ятнику винахіднику написано: "Збільшив владу людини над природою". Застосування парових двигунів вимагало інтенсивного використання викопних джерел енергії. Другий перехід полягав у використанні кінцевої енергії (приміром, жарівка, електричний двигун, літальний апарат). Найважливішими подіями були відкриття електричної енергії та двигуна внутрішнього згорання. Люди одержали транспорт для швидкого пересування, а на зміну сільськогосподарським тваринам прийшли трактори.

Два грандіозні переходи спричинили значні структурні зміни у зайнятості людей, розподілі праці та міжнародній торгівлі. Якщо порівняти історію розвитку енергетики із соціальним розвитком суспільства, то між ними простежуються очевидний зв'язок. Зростання енергетичних потреб людства відбувалося паралельно з активізацією процесів урбанізації та стрімким розвитком промислового виробництва.

Некомерційне використання різних джерел енергії (біомаси: деревина, солома й інші відновні джерела енергії, на придбання яких людина не витратила кошти) перетворюється на комерційне; на зміну твердим енергоносіям (традиційна біомаса і вугілля) приходять рідке паливо і більш гнучкі екологічно чисті енергосистеми. Давайте простежимо, як подрібнювалася пшениця в різні епохи. Спочатку, коли була доступна тільки м'язова енергія, люди подрібнювали пшеницю за допомогою каменів і дерев'яних ціпків. З винайденням мірошницьких жорен стали подрібнювати більше пшениці. Конструкція жорен була простою: верхній камінь обертався навколо осі, а нижній - перебував у спокої. Пшениця потрапляла через отвір у верхньому камені в щілину між каменями, так що зовнішня оболонка зерна відділялася і зерно подрібнювалося. Згодом замість м'язової енергії людини почали використовувати м'язову енергію робочих тварин. У гірських місцевостях, де є водоспади, винайшли спосіб використання енергії падаючої води. Спочатку споруджували маленькі водяні млини, а потім - млини з великими водяними колесами і жорнами. На рівнинній місцевості у вітряних місцях винайшли подібний спосіб для використання вітрової енергії.

Сьогодні ми мелемо пшеницю на борошномельних заводах за допомогою електроенергії. Але, як і раніше, для одержання електроенергії використовуємо переважно місцеві джерела енергії. У деяких країнах велику частину електроенергії одержують, перетворюючи кінетичну енергію проточної води, тоді як у країнах Східної Європи на електроенергію перетворюють переважно хімічну енергію вугілля, природного газу або ядерну енергію атома.

#### **Структура електроспоживання в Україні по секторах споживачів у різні роки**

<b>Структура споживання</b>	<b>1990 р.</b>	<b>2001 р.</b>	<b>2007 р.</b>	<b>2009 р.</b>
<b>Промисловість</b>	64,5 %	56,9 %	55,6 %	47,6 %
Сільгоспспоживачі	9,0 %	3,4 %	2,3 %	2,5 %
<b>Транспорт</b>	6,3 %	7,3 %	6,7 %	6,2 %
Комунально-побутові споживачі	8,0 %	10,9 %	11,4 %	13,2 %
Населення	9,4 %	18,3 %	19,5 %	25,6 %
Інші	2,9 %	3,2 %	4,5 %	4,9 %
Разом	100 %	100 %	100 %	100 %

Джерело: Міністерство палива та енергетики України, 2010

### **2.3. Нерівномірний розподіл енергії**

Енергію використовують у всьому світі, однак через фінансові, політичні й інші фактори країни мають різний рівень енергоспоживання й використовують енергію для різних потреб. Ще донедавна доступність дешевої енергії була запорукою високого рівня життя цивілізованої частини світу. До певної міри існує прямий зв'язок між матеріальним добробутом суспільства й енергоспоживанням, але далі ситуація ускладнюється – політична влада, технологічний процес починають відігравати помітну роль.

З підвищенням життєвого рівня потреби людини зростають. Так, інтенсивний розвиток транспорту зробив доступним практично будь-який куточок Землі. Тільки в Україні транспорт споживає близько 10 мільйонів тонн бензину та дизельного палива щороку. Великі торговельні центри потребують потужних морозильних установок, опалення й вентиляції. Все це збільшує споживання енергії. У домашньому господарстві активно використовуються енергоємні прилади, що виконують частину роботи замість людини. Пилосос, посудомийна машина, сушилки для білизни, автоматичні двері і ще багато прикладів того, як електрична сила замінила людську.

Протягом року пересічна людина споживає енергію у 2,2 тонни умовного палива (т.у.п.), зокрема у США споживання енергії дорівнює 12 т.у.п., у Німеччині – 6, а в країнах Африки – 0,1 т.у.п., що на 40% менше за мінімум, потрібний для підтримання життєдіяльності людини. В Україні на кожного припадає 4,12 т.у.п. щороку.

Багато аспектів нашого способу життя демонструють, наскільки ми залежимо від наявності електроенергії. Сільське господарство потребує її, щоб забезпечити своєчасну доставку, переробку, сортування і зберігання необхідних нам продуктів харчування. Цю енергію переважно одержують від викопних джерел. Тож такий енерговитратний спосіб життя вимагає від кожного з нас певних самообмежень заради сталого розвитку і збереження Землі.

Щороку ООН публікує статистичні звіти про те, скільки енергії, у середньому споживає кожен мешканець у різних країнах. З кількох причин треба критично ставитися до цих статистичних даних. По-перше, існує суттєва різниця в енергоспоживанні багатих і бідних людей в одній і тій самій країні. По-друге, звіти містять тільки комерційне енергоспоживання. Наприклад, у багатьох країнах деревина і досі ще є найважливішим енергоджерелом, але це не завжди відображається в звіті. Не всі країни однаково використовують енергію. В індустріально розвинених країнах її спрямовують переважно на комунальні й комерційні потреби, для промисловості й транспорту. У менш розвинених країнах енергія використовується головним чином у комунальній сфері.

На початку ХХІ ст. виробництво електроенергії на Землі перевищувало 15000 ТВт\*год, які розподілялися наступним чином:

- 9000 ТВт\*год – країни з розвинутою ринковою економікою (800 млн.чол.);
- 1700 ТВт\*год – країни СНД, Центральної і Східної Європи (400 млн.чол.);
- 1300 ТВт\*год – Китай (1,3 млрд.чол.);
- 3000 ТВт\*год – країни з ринковою економікою що розвиваються (3,5 млрд.чол.).

Індустріалізовані країни мають більшу частку (10700 ТВт\*год) порівняно з країнами, що розвиваються (4300 ТВт\*год).

У середньому в країнах, що розвиваються, цей показник становить 900 кВт\*год на рік на душу населення. Але водночас виробництво в згаданих країнах та країнах з перехідною економікою є більш енергоємним. Так, питоме енергоспоживання на одиницю виробленої продукції в країнах Східної Європи, у тому числі й в Україні, у 15 разів більше, ніж у Японії, у 10 разів вище, ніж у Франції, й у 5-6 разів вище, ніж у США.

### **2.4. Енергія і довкілля: наслідки неконтрольованого та нерационального енергоспоживання для довкілля**

Добро і зло завжди співіснували. От так і використання енергії має свої переваги і вади, які треба чітко собі уявити. Сьогодні людство споживає таку велику кількість енергії, що це має значний вплив на екологію Землі і вже призвело до низки екологічних катастроф (спустелювання, ерозія ґрунтів, скорочення біологічного розмаїття, «озонові діри»,

надмірний парниковий ефект через підвищення концентрації CO<sub>2</sub> в атмосфері, забруднення водних басейнів).

Сучасна енергетика – це переважно промислові підприємства. В усьому світі вони щорічно викидають на поверхню Землі близько мільярда тонн відходів, а ефективні технології їх переробки на жаль, здебільшого відсутні. Відтак токсичні відходи чим далі частіше спричиняють виникнення масових захворювань людини, рослин і тварин.

Немає жодного енергоджерела, яке тією чи іншою мірою не заподіює шкоди довкіллю та здоров'ю людей. Це спонукає нас заощаджувати енергію та використовувати ті енергоджерела, які мають найменший негативний вплив на Природу. Тільки тоді ми досягнемо сталого розвитку суспільства.

#### **2.4.1. Парниковий ефект**

Існування різних екосистем визначається, перш за все, кліматом. Життя пристосовується до певних природних, в тому числі і кліматичних, умов більш менш широкого діапазону. Якщо кліматична система зазнає істотну трансформацію але вона відбудеться дуже швидко, то частина викидів буде вимушена переміститися в інші райони, пристосуватися або загинути. Температура довкілля є однією з найважливіших умов існування життя. На Землі підтримання певної температури атмосфери забезпечують випромінювання Сонця та парниковий ефект. Тому на відміну від багатьох інших планет у Всесвіті, на Землі склалися унікальні умови що забезпечують існування високоорганізованих органічних форм життя.

Зростання концентрації карбону (IV) оксиду в атмосфері зумовлене, насамперед, згорянням різних видів палива. Коли ми їх спалюємо, карбон викидається в атмосферу у вигляді карбону (IV) оксиду. Отже, незалежно від того, використовуємо ми викопне паливо чи біопаливо, карбон (IV) оксиду завжди виділяється в атмосферу. Проте є велика відмінність між згорянням біопалива і не відновлюваних видів палива. Адже якщо зростання запасів біопалива буде дорівнювати його споживанню, то збільшення вмісту карбону (IV) оксиду в атмосферу не відбудеться, тому що в процесі фотосинтезу рослини поглинають карбону (IV) оксид.

Найшкідливішим парниковим газом після карбону (IV) оксиду, вважається метан. Близько 18% від загальної кількості парникових газів, що викидаються в атмосферу Землі, припадає на метан. Цей газ приблизно у 21 раз небезпечніший за карбону (IV) оксид. Щороку концентрація метану в атмосфері зростає на 0,6%. Враховуючи, що термін «життя» в атмосфері у метану значно коротший, ніж у інших парникових газів (метан перебуває в атмосфері близько 11 років, тоді як карбону оксид – близько 120 років), саме стабілізація чи зменшення його викидів в атмосферу призведе до швидких позитивних змін клімату. Найбільш потужними джерелами викиду метану є звалища та сільське господарство (кишкова ферментація та розклад гною в тваринництві, вирощування рису, використання азотних добрив).

Нагромадження парникових газів у атмосфері порушує природний температурний баланс на планеті й спричиняє загальне потепління і зміну клімату. Якщо цей процес триватиме і далі, то підніметься рівень світового океану, великі ділянки землі опиняться під водою, постраждають сотні мільйонів людей. Міграція великих мас населення також може призвести до серйозних соціально-економічних зрушень.

Фахівці з клімату вважають, якщо ми не знизимо викиди парникових газів у атмосферу, то до кінця XXI ст. середня температура на Землі підвищиться на три градуси. Можливо, це звучить не надто драматично. Але це найбільше підвищення температури за останні 10000 років, в результаті чого на Землі встановиться найвища середня температура за остання 150 000 років. Щоправда, деякі вчені вважають дані про зростання температури Землі перебільшеними. Але краще переоцінити небезпеку, ніж недооцінити її, чи не так?

#### **2.4.2. Кислотні дощі**

Надмірна концентрація промислових об'єктів (передовсім підприємств паливно-енергетичного комплексу, важкої та хімічної промисловості) і автотранспорту на території

України зумовлює високий рівень забруднення повітря. Основними хімічними забруднювачами повітря є: карбону (IV) оксид, сполуки Сульфурю та оксиди Нітрогену. Перші відомості про негативні наслідки зростання енергоспоживання були отримані понад 100 років тому, коли англійський хімік А.Сміт, виявивши залежність між рівнем забруднення повітря над містом Манчестером і кислотністю опадів, подарував світові термін “кислотні дощі”. Кислотні дощі утворюються внаслідок взаємодії кислотоутворюючих речовин, що містяться у повітрі забрудненому викидами з киснем і водяною парою. Утворюються дрібні крапельки сірчаної та азотної кислот (кислотний туман), що випадають на Землю у вигляді кислотних опадів (дощ, сніг, град, тумани). Кислотні опади негативно впливають на людей, врожай, споруди.

Існує ще два види кислотних опадів, за утворенням яких поки що практично не слідкують. У викидах хімічних підприємств, при спалюванні відходів, розкладі газів, що використовуються в холодильних установках, кондиціонерах, аерозольних балончиках (фреонів), утворюється хлор, який реагуючи з метаном утворює хлороводень. Останній добре розчиняється у воді і так само спричиняє кислотні дощі. Ще більш небезпечними є викиди фторводнів (виробництво алюмінію, скла, розклад фреонів), які в атмосфері утворюють одну з найсильніших кислот, яка здатна роз’їдати скло – плавикову. Уявіть собі, якої шкоди завдає такий дощ довкіллю.

Кислотний дощ порушує захисний восковий покрив листів, роблячи рослини більш уразливими для комах, грибів і інших патогенних мікроорганізмів. Під час посухи через ушкоджені листи випаровується більше вологи. Багато з вас бачило наслідки кислотних дощів. Часто у високих дерев, які розташовані в місцях випадання кислотних дощів, верхівки втрачають листя.

Поширюється так звана суховерхість. Найчастіше уражуються хвойні дерева, тому що зміна хвої відбувається рідше, ніж зміна листя, і вона накопичує більше шкідливих речовин. Внаслідок ушкодження листя кислотами знижується врожайність багатьох сільськогосподарських культур.

Вода кислотних дощів стікає в річки й озера, вимиваючи з ґрунту деякі іони, наприклад, алюмінію. При цьому вона стає ще кислішою. У ній гинуть личинки комах і навіть риби. Проникає кислотний дощ і в ґрунтові води, внаслідок чого з порід вимиваються різні токсичні метали (цинк, свинець, ртуть) і питна вода стає небезпечною для здоров’я. Кислотні дощі сприяють деградації лісів і ґрунтів, руйнують культурну спадщину людства, роз’їдаючи мармурові й вапняні пам’ятники й архітектурні споруди, вік яких вимірюється тисячоліттями.

Найнебезпечнішою рисою кислотних дощів є те, що зазвичай вони випадають за сотні, а іноді і тисячі кілометрів від місця утворення. Свого часу тисячі норвезьких озер були ушкоджені кислотними дощами, що утворилися внаслідок викидів ТЕС і металургійних підприємств Великобританії. Потерпіли від цих дощів й інші скандинавські країни.

За даними Державної гідрометеорологічної служби протягом останніх років в Україні помірно кислотні опади спостерігаються приблизно у 10% досліджених дощів. Кислотні опади спостерігаються доволі рідко і, здебільшого, в межах потужних промислових регіонів північного заходу, півдня та сходу України. В Українських Карпатах, особливо в прикордонних районах, випадають кислотні дощі, принесені з Румунії.

### 2.4.3. Смог

Термін “смог” означає сильне забруднення приземного шару повітря у великих містах та промислових районах, зумовлене викидами промисловості, автотранспорту та забруднення атмосфери хімічними сполуками. Вперше він був зафіксований в Лондоні понад 100 років тому назад як жовта суміш диму й туману. Пізніше його почали виявляти і в інших місцях, де спостерігалися схожі явища.

За механізмом утворення розрізняють два типи смогу:

- пов’язаний із забрудненням повітря вихлопними газами транспорту, що містить оксиди Нітрогену;
- пов’язаний із забрудненням повітря викидами, що містять оксиди Сульфурю.

Перший тип смогу – лос-анджелеський (фотохімічний) утворюється в ясну сонячну погоду при низькій вологості і температурі, що перевищує 30° С, а також за відсутності вітру і високого забруднення повітря. Обов'язковою умовою утворення такого смогу є наявність досить великої кількості сонячного випромінювання. Фотохімічний смог багатий на небезпечні хімічні сполуки.

Другий тип смогу – лондонський. Лондонський смог формується при високій вологості повітря, температурі повітря близько 0°С, безвітряній погоді і високій концентрації продуктів спалювання твердого і рідкого палива. Саме такий смог став причиною катастрофи у Лондоні в 1952, 1956 та 1957 роках – тоді велике забруднення повітря і тривалий штиль викликали значне збільшення кількості легеневих і серцево-судинних захворювань, а смертність збільшилась у 10 разів. Так, у 1952 році протягом трьох тижнів у Лондоні від смогу померло 4000 чоловік.

Сьогодні смог є звичайним явищем. У великих містах існують спеціальні системи попередження для оповіщення населення про загрозову ситуацію та рекомендують менше часу перебувати на відкритому повітрі. Не є виключенням і українські міста де він нерідко утворюється. Наслідки його особливо небезпечні для здоров'я людини, передовсім дітей та людей похилого віку. Смог викликає корозію металів, руйнує архітектурні споруди та об'єкти культурної спадщини. Реальним механізмом збільшення загрози утворення смогу є зниження викидів ТЕС та правильне регулювання руху автотранспорту в місті. В результаті вказаних заходів концентрації шкідливих речовин будуть знижуватися, і умов для створення смогу не буде.

#### **2.4.4. Теплове забруднення**

Теплове забруднення поверхні водойм і прибережних морських акваторій виникає в результаті скидання нагрітих стічних вод електростанціями і в багатьох випадках обумовлює підвищення температури води у водоймах.

Виробництво електричної енергії на ТЕС і АЕС супроводжується утворенням великої кількості тепла. Наприклад, вода, яку використовують у системі охолодження електростанцій, нагрівається і, повертаючись у водоймище, звідки її забирали, спричинює підвищення температури на 6-8° С, тобто теплове забруднення довкілля. Надлишкове тепло має негативний вплив на водні екосистеми.

Навіть таке невелике підвищення температури води для деяких видів є просто згубним. Крім того, порушується природна циркуляція води у водоймищі, зменшується розчинність в ній кисню та одночасно зростає його споживання за рахунок швидкого розмноження мікроорганізмів і дрібних водоростей. Як наслідок, значно змінюється видовий склад риб та придонної живності.

Змінюються не тільки водні екосистеми. Через зменшення кількості чи зникнення різних видів риб та інших організмів водної фауни залишаються без поживи птахи та тварини, що населяють береги потерпілих від теплового забруднення рік, водоймищ та морських акваторій. Скидання нагрітих вод практикується і деякими промисловими виробництвами. Теплове забруднення супроводжує і використання гідрогеотермальних ресурсів. Об'єми теплового забруднення можуть бути настільки великі, що площа плям нагрітих вод може досягати 30 км. Найпростішим методом запобігання цьому є повторне використання води після її охолодження у спеціальних водоймищах. Але, на жаль, це не завжди можливо.

#### **2.5. Енергетичні кризи**

На перший погляд безпечні гідроелектростанції теж завдають шкоди. Великі водосховища гідроелектростанцій, площа яких нерідко становить сотні квадратних кілометрів, поволі змінюють кліматичні умови в районі свого розташування, що поступово призводить до зміни флори і фауни. Крім того, такі різкі зміни умов існування негативно позначаються і на стані здоров'я місцевих жителів. Землі, які були затоплені при утворенні водосховища, вже не використовуються в сільськогосподарському виробництві, що у країнах з високою щільністю населення є серйозною проблемою.

Коли в економічно розвинутих країнах йдеться про енергетичну кризу, мають на увазі екстремальні ситуації, що виникнуть, якщо в країні не буде достатньо дешевої електроенергії. Відповідно до оцінок розвіданих у світі запасів, вугілля повинно вистачити ще на кілька сотень років, запасів нафти - приблизно на 70 років, а природного газу - десь на 50 років. Ці прогнози можуть уточнюватися з урахуванням відкриття нових родовищ, але безсумнівно одне: рано чи пізно ці запаси будуть вичерпані. Що ми будемо використовувати тоді як паливо?

Щоб уникнути подібної ситуації, величезні кошти витрачаються на пошук нових нафтових родовищ, на будівництво нових атомних електростанцій і великих електростанцій, які працюють на інших видах палива.

Дотепер дуже мало уваги приділяється ефективному енергоспоживанню та будівництву невеликих електростанцій, що використовують відновлювані енергоресурси. І, можливо, від нас з вами залежить, щоб ставлення суспільства і влади до відновлюваних безпечніших джерел енергії змінилося на краще.

Якщо індустріально розвинуті країни тільки опинилися перед загрозою енергетичної кризи, яка може статися в майбутньому, багато людей в різних куточках Землі уже зараз відчувають найжорстокішу кризу енергії – катастрофічну нестачу палива, що використовується для приготування їжі та для обігрівання будинків. Перш за все це стосується деревини, яка в країнах, що розвиваються, є найважливішим енергоджерелом для бідних і середнього класу. За даними ООН, уже сьогодні близько 2 млрд. людей не можуть мати достатньо деревини, і тому для них її відсутність є справжньою енергетичною кризою! Практично кожен сільський мешканець в цих країнах цілком або частково залежить від неї. Паливо дедалі дорошає, і для багатьох людей вартість палива, що витрачається на готування їжі, стає дорожчою, ніж сама їжа.

Крім того, використання деревини перевищує її відновлення, що призводить до виснаження лісів на Землі, яке не може тривати довго. У пустельних районах люди змушені вирубувати навіть поодинокі дерева, що спричиняє посилювання процесів спустелювання і, зрештою, змушує людей залишати свої домівки. Дефіцит палива, особливо в місцях з холодним кліматом, наприклад, Гімалаях, Андах й інших гірських районах, зумовлює високу захворюваність через постійне переохолодження, лягаючи додатковим тягарем на сім'ї.

У першу чергу, саме бідні країни зазнають енергетичної кризи. У тих місцях, де ще залишилися ліси, бідняки не мають права збирати деревину, тому що деревина і деревне вугілля стали предметами торгівлі. У таких країнах як Непал, Індія і Бангладеш біднякам доводиться красти деревину з державних лісів або приватних володінь, ризикуючи сплатити штраф чи потрапити до в'язниці.

Крім деревини, важливим енергоресурсом у багатьох країнах залишаються вугілля, висушені випорожнення тварин, відходи домашнього господарства (побутове сміття). Коли сільськогосподарські відходи і кізьяк використовуються як паливо, життєво необхідні добрива не потрапляють у землю. Це знижує врожайність землі і якість пасовищ, котрі є джерелом існування багатьох людей у країнах, що розвиваються.

Паливна криза лякає, тому що бідняки цих країн руйнують основи свого майбутнього існування для того, аби вижити сьогодні. Вони роблять це не тому, що не розуміють наслідків, а тому, що в них немає вибору.

### ***Це цікаво***

- Світова середня температура поверхні Землі збільшилася на 0,4-0,6 градусів за Цельсієм з кінця XIX-го століття.
- 10 найтепліших років XX-го століття спостерігалися в останні 15 років нашого століття.
- 1998 рік був найтеплішим зареєстрованим роком у XX-му столітті.
- Кількість світових опадів збільшилася приблизно на один відсоток.
- Снігові покриви у Північній півкулі та плавучі льоди в Арктичному океані за останні роки значно зменшилися.
- Світовий рівень моря піднявся на 15-20 сантиметрів за останнє століття. Близько 2-

3 сантиметри підйому було спричинено таненням льодовиків, ще 2-7 сантиметри – розширенням води в океанах внаслідок зростання температури води в океані.

***Подумайте і дайте відповідь***

- Де зараз використовується мязова енергія людини?
- Чи позначається коливання цін на нафтопродукти на цінах на продукти харчування?
- Розташуйте в хронологічному порядку джерела енергії, що ставали доступними людству: атомна енергія, м'язова енергія робочих тварин, нафта, енергія вітру, м'язова енергія людини, енергія падаючої води, деревини, вугілля.



## Розділ 3 Енергія

### 3.1. Енергозбереження

Що розуміють під словом "енергозбереження"? Ми з вами знаємо, що поняття енергозбереження тісно пов'язане з такими поняттями як кількість і якість енергії.

Згадайте, що ви прочитали про енергозбереження у Вступі. Якщо уявити, що звичайна безгосподарність при використанні енергії зникла, то можна виділити три основні напрямки енергозбереження:

- *корисне використання (утилізація) енергетичних втрат;*
- *модернізація устаткування з метою зменшення втрат енергії;*
- *інтенсивне енергозбереження.*

Використання теплових відходів промислового виробництва може бути чудовим прикладом утилізації енергетичних втрат.

При модернізації виробництва зменшуються втрати енергії у діючому устаткуванні, але не змінюються принципи технології та обладнання. За приклад може правити установка систем автоматичного регулювання процесів горіння на котлах електростанцій, ущільнення вікон і дверей під час ремонту будинків, використання вікон з потрійним склом і т.п. На відміну від попередніх прикладів існує так зване інтенсивне енергозбереження, яке передбачає повну реконструкцію встановленого устаткування та запровадження нових принципів його роботи, що значно скорочує споживання енергії. Прикладом може бути заміна двигунів внутрішнього згорання в автомобілях на електродвигуни із живленням від сонячних елементів (електромобілі). А що ж можемо зробити ми?

#### **Енергозбереження щодо першого закону: не марнуйте енергію!**

Тобто, використовуючи енергію раціональніше, ми за той самий час будемо витратити її менше, ніж раніше.

Рекомендовані заходи з енергозбереження, що відповідають першому закону:

- використовуйте економні електричні лампочки (лампи денного світла замість жарівок);
- вимикайте освітлювальні й нагрівальні прилади, коли виходите з кімнати;
- слідкуйте за тим, щоби водопровідні крани та зливні бачки не протікали.

Енергозбереження, згідно із другим законом, змушує замислитися над питанням: енергію якої якості використовувати для виконання того чи іншого завдання?

#### **Енергозбереження щодо другого закону: не втрачайте якість енергії!**

Наведемо приклади енергозбереження відповідно до другого закону:

- використання біоенергії і теплової енергії для обігрівання приміщень замість електроенергії;
- використання теплових відходів для обігрівання будинків;
- використання сонячної енергії для обігрівання приміщень, підігріву води тощо.

Отже, за деяких способів енергозбереження (наприклад, при використанні теплових відходів для обігрівання) чинні обидва енергетичні закони.

Значення енергозбереження важко переоцінити. Адже якщо ми сьогодні будемо ощадливо витратити енергію, то зможемо віддалити термін розробки нових вугільних родовищ, буріння нафтових свердловин, а отже, збережемо запаси ресурсів для майбутніх поколінь.

## Практикум Вимірювання енергії вдома

### Запишіть використану за останні 24 години енергію

Квт/год	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Нд
20							
19							
...							
2							
1							

Кожний вечір протягом тижня записуйте покази лічильника електричної енергії в один і той самий час. Щоб з'ясувати, скільки енергії було використано за останні 24 години, відніміть покази лічильника, одержані напередодні. Почніть з понеділка. Позначте результат хрестиком у відповідному рядку в колонці. Через тиждень з'єднайте всі хрестики лінією. Ви одержите графік використання електроенергії, спожитої у вашому будинку протягом тижня. Додайте всі результати, щоб одержати загальну кількість енергії, використану у вашому будинку протягом тижня.

Після того, як ви вивчите способи економії електроенергії та будете їх застосовувати, знову заповніть таблицю, але тепер вже намалюйте лінію іншим кольором.

### 3.2. Енергозбереження й охорона довкілля

Сьогодні люди витрачають дуже багато енергії. При використанні таких джерел енергії, як вугілля, нафта, сланці, торф, довкілля настільки забруднюється, що це викликає серйозне занепокоєння учених у всьому світі. Зниження енергоспоживання - один зі способів поліпшити становище. Ще більш перспективним щодо збереження якості довкілля є зменшення використання невідновлюваних джерел і збільшення частки відновлюваних джерел енергії. Адже, використовуючи відновлювані джерела енергії, ми зменшуємо кількість шкідливих викидів у атмосферу.

Але для того, щоб відновлювані джерела енергії прийшли на зміну невідновлюваним, потрібен певний час, тому важливо використовувати лише стільки енергії, скільки необхідно, і не більше того. Найперспективнішим напрямком є підвищення ефективності використання енергії.

Отже, заощаджуючи енергію, ми рятуємо навколишнє середовище. Це не складно, і почати можна одразу:

- *виходячи з кімнати, не забувайте вимкнути світло й електроприлади;*
- *не тримайте водопровідний кран відкритим, поки чистите зуби;*
- *ходіть у магазин, що поряд з вами, пішки, або їздіть на велосипеді.*

Уважно погляньте на свій будинок, і ви знайдете безліч способів заощадити енергію!

#### ***Подумайте і дайте відповідь***

1. Що таке квоти і чи варто Україні купувати чи продавати квоти?
2. Якими можуть бути основні принципи скорочення обсягів антропогенних викидів та збільшення поглинання парникових газів?
3. Що означає термін «озонова діра»?
4. Як організовано спостереження за погодою у нас в країні, в світі?
5. Яким чином технічний прогрес може призупинити розвиток екологічної кризи?

## **Розділ 4**

### **Джерела енергії**

#### **4.1. Види ресурсів енергії**

Енергетичні ресурси (джерела енергії) - це матеріальні об'єкти, в яких зосереджена енергія, придатна для практичного використання людиною. Як згадувалося раніше, енергоресурси поділяють на первинні та вторинні. Первинні енергоресурси - це природні ресурси, які не переробляли і не перетворювали: сира нафта, природний газ, вугілля, горючі сланці, вода річок і морів, гейзери, вітер тощо. Енергію, що безпосередньо можна видобути з цих ресурсів, теж називають первинною.

У свою чергу, первинні ресурси (або джерела енергії) поділяють на відновлювані і невідновлювані і, відповідно, відновлювані та невідновлювані види енергії. Невідновлювані джерела енергії - це природньо утворені й накопичені в надрах планети запаси речовин, здатних за певних умов звільняти енергію, що міститься в них. Такими є викопне органічне паливо (вугілля, нафта, природний газ, торф, горючі сланці), ядерне паливо. Відновлювані джерела енергії - ті, відновлення яких постійно здійснюється в природі (сонячне випромінювання, біомаса, вітер, вода річок та океанів, гейзери тощо) і які існують на основі постійних чи періодично виникаючих в природі потоків енергії, наприклад: сонячне випромінювання (біомаса, енергія сонця, вітру, хвиль); гравітаційна взаємодія Сонця, Місяця і Землі (наслідком якої є, скажімо, морські припливи та відпливи); теплова енергія ядра Землі, а також хімічних реакцій і радіоактивного розпаду в її надрах (геотермальна енергія джерел гарячої води - гейзерів). Крім природних джерел відновлюваних енергоресурсів, сьогодні дедалі більшого значення набувають антропогенні, до яких належать теплові, органічні та інші відходи діяльності людства.

#### **4.2. Невідновлювані джерела енергії**

Невідновлювані ресурси - це викопне паливо, що складається з палих речовин, незго-ряючих залишків і вологи. Паливні копалини характеризуються спільним походженням пальної частини. Вони утворюються переважно з рослинної маси, але містять також певну кількість білкових і жирових речовин тваринного походження. Мільйони років у надрах Землі тривав процес розкладання рештків тварин і рослин, що колись переробили і зберегли сонячну енергію. У результаті утворилися такі невідновлювані джерела енергії, як нафта, вугілля, природний газ, торф, горючі сланці, запаси котрих досить обмежені.

Поки людство не почало використовувати відновлювані джерела, кількість накопиченої в них енергії залишалась незмінною. Це як скарб, заритий в землю, що залишається незмінним, доки хто-небудь не знайде його і не почне витрачати. Але швидкість, з якою ми витрачаємо невідновлювані джерела енергії, в багато разів перевищує час їх утворення. Тому основною вадою невідновлюваних джерел енергії є те, що рано чи пізно вони будуть вичерпані. Друга значна вада - використання непоновлюваних джерел енергії завдає великої шкоди природі.

Чому ж людство використовує непоновлювані джерела енергії попри всі їх вади й далі? Цьому є кілька причин: економічні (прагнення швидко отримати прибутки); психологічні (небажання змінювати звичний спосіб життя); і, навіть, політичні (енергія - це влада).

Людству треба прагнути витрачати якомога менше енергії невідновлюваних джерел і чим більше - відновлюваних.

Органічне паливо на Землі видобуваємо в твердій (торф, різні види вугілля і т.п.), рідкій (нафта) та газоподібній (природний газ) формі, що зумовлено розкладанням органічних речовин та їх джерелом. Розкладання відмерлої багатоклітинної рослинності, яке відбувається в товщі Землі в заболочених місцях, де шар води перешкоджає вільному доступу повітря, призводить до утворення темно-бурої маси торфу, в якому трапляються залишки рослин, що не розклалися (листя, стебла). В подальшому, під дією тиску, температури і мікроорганізмів торф'яна маса перетворюється на буре вугілля. Продуктами

наступних стадій перетворення бурого вугілля є кам'яне вугілля й антрацит.

До твердого викопного палива належать і горючі сланці. Це мінеральні породи, просякнуті органічними речовинами.

Природним рідким паливом є нафта - суміш вуглеводнів та розчинених в ній компонентів, які перебувають у рідкому стані при нормальному атмосферному тиску та температурі. У ній міститься деяка кількість рідких кисневих, сірчистих і азотистих сполук. Існує декілька теорій щодо походження нафти. За найпоширенішою, нафта - це продукт розпаду нижчих рослинних та тваринних організмів, що існували в морях і океанах сотні мільйонів років тому. Гинучи, вони формували відкладення на глибинах від 30 метрів до 8 кілометрів. За іншою теорією, розробленою в інституті геологічних наук НАН України, нафта, це продукт синтезу Гідрогену та Карбону в приповерхневих шарах Землі. Прихильники органічної теорії походження видів горючих копалин притримуються думки, що нафта і газ є побічними продуктами процесу вуглеутворення. Природний газ суто газових родовищ складається переважно з метану (95-98 %  $\text{CH}_4$ ). Природний газ, як нафта і вугілля, утворився в надрах Землі з рештків рослин і дрібних тварин.

Сучасне індустріальне суспільство немислиме без таких невідновлюваних енергоджерел, як газ, нафта і вугілля. Високо розвинуті країни отримують з них близько 80 % енергії. Крім того, що запаси цих енергоджерел обмежені, їхнім величезним недоліком є забруднення навколишнього середовища як у місцевому, так і у всепланетному масштабі. При цьому маса утворених газоподібних чи твердих продуктів згоряння, що надходять у навколишнє середовище, у кілька разів перевищує масу використаного палива. Наприклад, при спалюванні природного газу - у 5 разів, при спалюванні вугілля - у 4 рази! Завдяки застосуванню новітніх технологій у виробництві енергії можна трохи знизити негативний вплив паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) на навколишнє середовище. Для вироблення електроенергії у світі за останні 30 років на теплових електричних станціях (ТЕС) використано 76 млрд тонн вугілля, 3 млрд тонн мазуту, 3 трлн.  $\text{m}^3$  газу, а на АЕС - тільки 0,2 млн тонн ядерного палива. Якщо розглядати структуру світової витрати палива людством, то атомна енергетика посідає близько 6%, органічне паливо - близько 89%, а всі нетрадиційні джерела енергії - лише 2%. Спалювання органічного палива призводить до щорічного викиду 27 млрд тонн карбону (IV) оксиду ( $\text{CO}_2$ ) в атмосферу і мільйонів тонн оксидів Сульфору та Нітрогену.

#### 4.2.1. Торф

Торф є найменш сформованою формою вугілля, що досить сильно зберегла риси рослинного походження і складається з води (до 90%), Карбону (5%) та летких сполук (5%). Залягає він переважно на болотах. У помірному кліматі середньорічна швидкість росту торфу на болотах 0,55-1,0 мм, а на верхових болотах 1-2 мм. У тропічному кліматі вона значно вища. Фахівці вважають, що необхідно 300 років для утворення торф'яного шару завтовшки 9 метрів. Поклади торфу в Україні поширені, головним чином, у західних, північно-західних та північних областях. Сьогодні виявлено понад 2500 родовищ торфу із запасами понад 2260 млн.т., з яких вироблено понад 45 % розвіданих запасів. Тор'яники займають площу близько 10 000  $\text{km}^2$ . Можливе використання торфу в якості палива на теплоелектростанціях, та для побутових потреб. Торф розробляють відкритим способом, тому його видобування пов'язане з негативним впливом на довкілля. На існуючих в Україні торфопереробних заводах є достатні потужності для суттєвого збільшення видобутку кускового торфу для безпосереднього використання як палива, фрезерного торфу як сировини для газифікації та брикетування торфу для забезпечення населення місцевим паливом. Але останній вважається низькоєфективним завдяки великому вмісту води. Торф використовується не тільки як паливо. Він є цінною сировиною для хімічної і біохімічної промисловості, медицини, машинобудування, будівництва і ряду інших галузей. Так, наприклад, з торфу отримують білкові продукти, жири, вітаміни, барвники, цінний віск для особливо точного литва, виготовлення мастил для полірування хромованих і нікельованих виробів, просочення паперу, шкіри, дерева, у виробництві олівців і косметики.

#### 4.2.2. Вугілля

Вугілля як невідновлюване енергоджерело було використане першим. Провідна роль в освоєнні вугілля як джерела енергії належить Англії, де розпочалася промислова революція. Відколи Дж. Уатт винайшов паровий двигун, вугілля стало універсальним енергоносієм. Парові судна і потяги полегшили пересування, і вугілля можна було перевозити по всій Англії та, зрештою, по всьому світу. Навколо заводів, що працювали на енергії вугілля й були зорієнтовані на світовий ринок, зводилися нові міста. Можна сказати, що вугілля і пара забезпечили перемогу капіталізму над феодализмом і започаткували епоху промислового капіталізму в Європі й Америці. Внаслідок використання вугілля для виробництва енергії збільшилося забруднення навколишнього середовища, але сповільнився ще гірший процес - знищення лісів. У XVIII -XIX ст. забруднення атмосфери стає проблемою великих міст. Смог (суміш диму з туманом) багато років був найбільшою загрозою забруднення навколишнього середовища в Англії. Україна має значну кількість вугілля, так на сьогодні розвідані запаси складають близько 50 млрд.т. Основні запаси вугілля розвідані в Донецькому, Львівсько-Волинському і Дніпровському буровугільному басейнах. Вугілля є єдиним енергоносієм, розвідані запаси якого можуть забезпечити потреби енергетики і промисловості України у найближчі 300 років.

Вугілля зручне для виробництва електрики й інших промислових процесів. Воно дає дешеву енергію країнам, де це енергоджерело доступне. Слід відмітити, що в більшості розвинених країн видобуток вугілля протягом останніх десятиліть значно скоротився, а потреби в ньому покриваються за рахунок імпорту з інших країн. У Німеччині обсяг виробництва кам'яного вугілля за останні 30 років знизився більш як удвічі і сьогодні складає близько 65 млн. т на рік. У Франції за той же час видобуток вугілля знизився з 50 до 10 млн. т на рік. Деякі країни взагалі відмовилися від його видобутку (Нідерланди, Данія, Бельгія, Італія).

Видобуток вугілля ведеться двома способами. Економічно вигідний – відкритий. При цьому на великих площах горішній шар землі знімають і вивозять. Після видобутку вугілля необхідно проводити рекультивацію території, що суттєво збільшує вартість вугілля. Якщо вугілля знаходиться досить глибоко, його видобувають підземним способом у шахтах. Видобуток вугілля – небезпечна галузь. Шахтарі, які працюють у таких шахтах, часто потерпають від легеневих захворювань, оскільки вдихають багато вугільного пилу, що заважає нормальному газообміну у легенях і кровотворній системі. Необхідно пильнувати безпеку шахтарів під час роботи на глибині.

Після видобутку вугілля надходить на теплові електростанції, де виділена при його згорянні теплота нагріває воду до кипіння. Утворюється пара, що обертає турбіни, з'єднані з електричним генератором, який і виробляє електричну енергію. При цьому тільки одна третина теплоти витрачається на виробництво електроенергії, інші ж дві третини теплової енергії випромінюються в атмосферу.

Вугілля як енергоджерело теж небезпечне для навколишнього середовища. При спалюванні вугілля утворюються отруйні гази, такі, як чадний газ (карбону (II) оксид), сірчастий газ (сульфуру (IV) оксид) і гази, що негативно впливають на клімат, наприклад, карбону (IV) оксид. Викиди цих газів значно зросли з часів промислової революції. Ніякий інший вид невідновного енергоджерела не викидає так багато карбону (IV) оксиду як вугілля. Забруднення спричиняють також вугільний пил і сажа. Наслідки використання вугілля для вироблення електричної та теплової енергії досить невтішні. Лише одна ТЕС потужністю 1000 МВт за рік спалює 2,5 млн тонн вугілля, "виробляючи" при цьому 6,5 млн тонн CO<sub>2</sub>; 9 тис тонн сульфуру оксидів; 4,5 тис тонн нітрогену оксидів; 490 тонн сполук важких металів і 700 тис. тонн попелу.

Транспортування вугілля теж завдає шкоди довкіллю. Від місця видобутку вугілля найчастіше транспортують залізницею, а під час його навантаження й розвантаження в атмосферу викидається значна кількість вугільного пилу.

Крім того, ТЕС, що працюють на вугіллі, є джерелом переносу радіоактивних речовин з-під Землі в атмосферу (про це мало хто говорить). Так, у попелі після спалювання вугілля, відсоток вмісту торію (Th), радію (Ra) та інших радіоактивних елементів досить значний.

За допомогою сучасних технологій можна дещо зменшити негативні наслідки використання вугілля для одержання енергії. Основні з цих технологічних способів такі:

- *запровадження удосконалених конструкцій котлів, що знижують утворення оксидів Сульфуру, Нітрогену й викиди попелу;*
- *використання очисних споруд і фільтрів для очищення димових газів від сполук Сульфуру, Нітрогену і попелу;*
- *застосування водно-вугільних суспензій замість вугілля.*

Сучасні технології використання вугілля без значного впливу на навколишнє середовище передбачають:

- газифікацію вугілля з подальшим використанням отриманого газу в якості енергоносія;
- спалювання вугілля на електростанціях, які використовують обладнання та технології уловлювання CO<sub>2</sub>.

### ***Подумайте і дайте відповідь***

1. Як утворюється вугілля в природі?
2. Чому вугілля було вирішальним фактором промислової революції в Англії та в усьому світі ?
3. Чому саме вугілля довгий час залишалося основним енергоджерелом у промисловості та на транспорті?
4. У чому переваги вугілля як джерела енергії?
5. У чому головний недолік вугілля як енергоджерела?

### **4.2.3. Нафта**

Нафта не тільки джерело енергії, але і сировина для нафтохімічної промисловості, виробництва пластмас і навіть ліків. Приблизно 90 % усієї нафти, що видобувається, використовують як паливо, решту застосовують для одержання нафтохімічних продуктів. Отже, маємо справу із звичайним марнотратством.

Деякі складові сировини (необробленої) нафти використовували для одержання енергії сотні років. Китайці використовували нафту ще у 1000 році до н.е., переважно для виробництва гасу, олії для ламп. Нафтова свердловина, яку у 1859 році пробурили у Пенсильванії Едвін Дрейк не була першою у світі, але саме з неї почалася бензинова ера. До того часу бензин вважали занадто витратним продуктом. Та з розвитком автомобілебудування попит на нафту різко підвищився. З цього часу нафтова промисловість упевнено розвивається і лідирує на світовому ринку енергоджерел. Промислово розвинуті країни підвищили свій життєвий рівень, у першу чергу, саме завдяки більшому споживанню нафти. Недарма нафту називають “чорним золотом”. Сира нафта розподілена на Землі нерівномірно і так само нерівномірно споживається населенням Землі. Її запаси у світі досить обмежені. Основні запаси нафти зосереджені на Близькому Сході, у Латинській Америці, Сибіру й Африці. У потужних споживачів нафти – США і європейських країнах – її запаси не такі великі. Важко сказати, на скільки ще вистачить її запасів. За прогнозами, вони можуть бути виснажені за 50-75 років, якщо не будуть знайдені нові поклади. В Україні розвідані запаси нафти становлять близько 300 млн.т.

Спершу, ніж добувати нафту, треба провести геологічну розвідку, тобто знайти її поклади. Потім за допомогою бурових установок роблять свердловини, щоб добувати нафту із земних глибин. Став можливим видобуток нафти глибинним бурінням з дна океану. Далі сира нафта надходить на нафтопереробні заводи, де з неї одержують бензин, гас, дизельне паливо, парафін, бітум та інші нафтопродукти. Нафту легко транспортувати. Зазвичай її транспортують нафтопроводами або морем у нафтоналивних танкерах.

І видобуток, і транспортування, і переробка нафти пов'язані зі шкідливим впливом на навколишнє середовище. Часто відбуваються розливи нафти в результаті її витоку зі свердловин або при транспортуванні. Час від часу ми дізнаємося про катастрофічні наслідки аварій нафтових танкерів. Нафта, що розлилася, утворює на поверхні води тоненьку масну плівку. Морські звірі та птахи, які потрапили в нафтові плями, здебільшого гинуть через

порушення терморегуляції та розвиток сліпоти при потраплянні нафти в очі. Інша морська живність, що існує в поверхневих водах, потерпає від дефіциту кисню та сонячного світла. Наслідки нафтових розливів зникають дуже повільно. В найкращому випадку, коли берегова лінія відкрита, вітрові течії та хвилям потрібно до 4-5 років, щоб зникли всі їх сліди. У більш захищених від вітру і хвиль водах цей процес може тривати 10-15 років.

Багато нафти і нафтопродуктів споживає транспорт. При цьому в атмосферу викидається велика кількість карбону (IV) оксиду. При переробці нафти і споживанні нафтопродуктів транспортом у навколишнє середовище виділяються чадний газ, сполуки Плюмбуму, оксиди Нітрогену і Сульфур, що спричиняють хвороби рослин, тварин, людей.

Таким чином, використання нафти не лише підвищує життєвий рівень населення, а й завдає великої шкоди навколишньому середовищу - океанам, атмосфері та живим організмам. Тому варто використовувати її тільки там, де вона незамінна. Для виробництва теплоти ми можемо послуговуватися іншими джерелами енергії -тут вона цілком замінна.

#### ***Подумайте і дайте відповідь***

1. Як утворюється нафта в природі?
2. Що спричинило збільшення споживання нафти?
3. У чому переваги нафти як джерела енергії порівняно з вугіллям?
4. Чи використовується нафта ще для чогось, окрім виробництва енергії?
5. Чи пов'язані шкідливі наслідки від використання нафти лише з викидами забруднювальних газів під час її згоряння?
6. Які предмети вдома зобов'язані своїм походженням нафті?

#### **4.2.4. Природний газ**

Природний газ - це третє за величиною джерело енергії. Відомо, що 25 % енергії у світі виробляється з природного газу. Вміст енергії в природному газі високий, майже такий же, як у нафті. Україна використовує до 100 млрд.м<sup>3</sup> природного газу на рік, з яких власний видобуток становить близько 20 млрд.м<sup>3</sup>. До 2010 року видобуток природного газу планується збільшити на 10-15 млрд м<sup>3</sup>. Газом Україна в майбутньому може забезпечити себе самостійно. Розвідка покладів природного газу ведеться в Чорному морі, в Полтавській, Чернігівській і Харківській областях, у Карпатському регіоні. Розвідані запаси газу в Україні становлять 1,1 трлн. м<sup>3</sup>. Уже розвіданих запасів газу вистачить на 50 років при сучасному рівні видобутку. Значні об'єми газу зосереджені в нафтових родовищах (супутні гази) та вугільних шахтах (шахтний метан). Лише вугільні родовища України містять до 3,0 трлн.м<sup>3</sup> газу. Деякі газові свердловини спроможні дати до 6 млн.м<sup>3</sup> газу на добу.

Природний газ використовується як паливо для електростанцій, побутове паливо, як сировина для промисловості тощо. Газ легко транспортувати до місця споживання по трубах. А перевівши його у скраплений стан, можна перевозити у залізничних та автоцистернах, нафтових танкерах.

У той же час, слід пам'ятати, що Україна залежна від експорту природного газу з інших країн, передовсім Росії. Тому стратегічною метою нашої держави є: зменшення споживання газу всіма галузями народного господарства, та замінення його місцевими енергоресурсами (наприклад біомасою). Природний газ є найчистішою формою невідновної енергії: у ньому дуже низький вміст отруйних речовин, він згоряє дуже швидко, простий у використанні. Проте проблеми викидів карбону (IV) оксиду при використанні природного газу залишаються.

#### ***Подумайте і дайте відповідь***

1. Чому природний газ вважається екологічно найчистішим з невідновлюваних джерел енергії ?
2. У чому, на вашу думку, переваги та недоліки природного газу як джерела енергії?

### 4.3. Традиційні способи виробництва теплової та електричної енергії

Одним з досконалих видів енергії є електроенергія. Її широке використання зумовлене такими факторами:

- можливість вироблення електроенергії у великих кількостях поблизу родовищ органічного палива та водних джерел;
- можливість транспортування на далекі відстані з порівняно незначними втратами;
- трансформації електроенергії в інші види енергії: механічну, хімічну, теплову, світлову;
- відсутність забруднення довкілля;
- можливість застосування на основі електроенергії принципово нових прогресивних технологічних процесів з високим ступенем автоматизації.

Теплова енергія широко застосовується у побуті та на сучасних виробництвах у вигляді енергії пари, гарячої води, продуктів згоряння палива. Пару та гарячу воду традиційно отримують у котлах, в яких нагрівається вода за рахунок палива.

Електричну і теплову енергію виробляють на :

- теплових електричних станціях (ТЕС) на органічному паливі з використанням у турбінах водяної пари-паротурбінні установки (ПТУ), продуктів згоряння газотурбінні установки (ГТУ), їх комбінацій – парогазові установки (ПГУ);
- гідравлічних електричних станціях (ГЕС), котрі перетворюють механічну енергію руху води на електричну, використовуючи енергію падаючого потоку води, течії, припливу;
- гідроакumuлюючих станціях (ГАЕС), на яких механічну енергію руху води, попередньо накопиченої у штучній водоймі, перетворюють на електричну;
- атомних електричних станціях (АЕС), які перетворюють енергію ядерного розпаду на електричну.

З точки зору використання палива ефективним є комбіноване виробництво електричної та теплової енергії, або когенерація. Комбіноване виробництво теплової та електричної енергії дозволяє до 20-30 % зменшити витрати палива (у порівнянні з їх роздільним виробництвом). Застосування когенерації дає можливість досягнути високого рівня безпеки енергопостачання при одночасному зменшенні негативного впливу на довкілля. З огляду на перспективи значного подорожчання традиційних енергоносіїв, ефективним є використання когенерації спільно з іншими джерелами розосередженої генерації, зокрема з місцевими джерелами енергії, насамперед відновлюваними (солома, відходи, енергетичні культури).

### 4.4. Атомна енергетика

Сьогодні атомна енергетика зберігає свої позиції як одне з основних світових джерел енергії. На ядерну енергію припадає ~ 6 % світового паливно-енергетичного балансу і ~ 17 % всієї електроенергії, що виробляється. При цьому є країни, де сьогодні ядерна енергетика забезпечує найбільший внесок у національне виробництво електроенергії, а саме: Франція (76,4 %), Литва (73,7 %), Бельгія (56,8 %), Словаччина (53,4 %) і Україна (43,7 %). Україна посідає восьме місце у світі та п'яте в Європі за величиною встановленої потужності атомної енергетики.

Перша атомна електростанція потужністю 5 тис. КВТ була побудована в 1954 р. у Обнінську (Росія). Сьогодні в світі працює приблизно 400 АЕС.

В Україні діють чотири АЕС з 15 ядерними енергоблоками – Рівненська (м.Кузнецовськ, Рівненська обл.), Південно-Українська (м. Південно-Українськ, Миколаївська обл.), Запорізька (м. Енергодар, Запорізька обл.), Хмельницька (м. Нетішин, Хмельницька обл.), Чорнобильська АЕС (Київська обл.) – зупинена 15 грудня 2000 р.

На атомних електростанціях як паливо використовують радіоактивні елементи – уран, торій і плутоній. Отримання електричної енергії базується на реакціях радіоактивного розпаду цих елементів, що відбуваються у ядерних реакторах - серці станції, і супроводжуються виділенням значної кількості тепла. Тепло поглинається теплоносієм, який циркулює навколо активної зони ядерного реактора. Розігрітий теплоносій в теплообміннику нагріває воду до кипіння.

Пара, що утворилася, спрямовується на парову турбіну, яка обертає електрогенератор. За винятком ядерного реактора, АЕС працює як звичайна теплоелектростанція.



## 4.5. Відновлювані джерела енергії

Як ми згадували на початку розділу, відновлювані джерела енергії це ті, відновлення яких постійно здійснюється в природі, і тому їх вистачить на мільйони чи навіть на мільярди років. Це, наприклад, сонячне випромінювання, вітер, біомаса, припливні хвилі чи термальні джерела.

Але у кожному випадку, в разі застосування відновлювані джерел енергії зростання енергоспоживання на Землі не порушує загальної теплової рівноваги і не спричиняє загального потепління. Ми не змінюємо кількість енергії, що надходить на Землю і йде з Землі. Перевага таких джерел енергії - вони не завдають шкоди природі.

Згідно з класифікацією Міжнародного енергетичного агентства до відновлюваних джерел енергії належать такі категорії:

- **відновлювані джерела енергії (ВДЕ), які спалюються, і відходи біомаси:**
- **тверда біомаса і тваринні продукти:** біологічна маса, у тому числі будь-які матеріали рослинного походження, що використовуються безпосередньо як паливо або перетворюються на інші форми перед спалюванням (деревина, рослинні відходи і відходи тваринного походження; деревне вугілля, яке одержують з твердої біомаси);
- **газ/рідина з біомаси:** біогаз, отриманий у процесі анаеробної ферментації біомаси і твердих відходів, який спалюється для виробництва електрики і тепла;
- **муніципальні відходи:** матеріали, що спалюються для продукування теплової та електричної енергії (відходи житлового, комерційного і громадського секторів). Утилізуються муніципальною владою з метою централізованого знищення;
- **промислові відходи:** тверді й рідкі матеріали (наприклад, автомобільні покришки), що спалюються безпосередньо, зазвичай на спеціалізованих підприємствах, для виробництва теплової й електричної енергії;
- **гідроенергія:** потенційна, або кінетична, енергія води, перетворена на електричну енергію за допомогою гідроелектростанцій як великих, так і малих;
- **геотермальна енергія:** тепла енергія, що надходить із земних надр, зазвичай у вигляді гарячої води або пари. Використовується для виробництва або безпосередньо як джерело тепла для систем тепlopостачання, потреб сільського господарства тощо;
- **сонячна енергія:** випромінювання Сонця, що використовується для одержання гарячої води й електричної енергії;
- **енергія вітру:** кінетична енергія вітру, що застосовується для виробництва електроенергії у вітрових турбінах;
- **енергія припливів, морських хвиль і океану:** механічна енергія припливних потоків або хвиль, що використовується для виробництва електричної енергії.

У структурі світового виробництва електричної енергії ПДЕ посідають почесне друге місце. Вони забезпечують близько 20% світового виробництва електроенергії випередивши атомну енергетику, природний газ і нафту, поступаючись тільки вугіллю. Основну кількість електроенергії, що виробляється ПДЕ, отримано на гідроелектростанціях (92%).

Незважаючи на значний прогрес у розвитку, геотермальна, сонячна й вітрова енергетика забезпечують менше 5% від загального внеску ПДЕ.

## 4.6. Сонячна енергія

Сонце створює сприятливий клімат для життя на нашій планеті і дає нам сонячне проміння - унікальне та невичерпне джерело енергії. Воно здатне забезпечити нас такою кількістю енергії, яка значно перевищує наші потреби. Так, Україна, при загальній площі понад 600 тис.кв.км., за рік споживає близько 10 тис. ПДж первинної енергії, а Сонце на цю площу посилає близько 3400 тис. ПДж, що у 300 разів більше загального споживання Україною первинної енергії. Сонячну енергію часто називають остаточним розв'язанням світової енергетичної проблеми. Вона екологічно чиста, не завдає шкоди довкіллю. Основна проблема на шляху використання сонячної енергії - як вловити найбільшу частину потоку сонячної енергії та з найменшими втратами перетворити на такі необхідні нам тепло чи струм.

Люди з давніх часів скеровували сонячну енергію собі на службу, використовуючи її

для сушіння шкір тварин, з яких виготовляли одяг, меблі й посуд; для в'ялення риби та м'яса з метою їх тривалого зберігання; для одержання солі шляхом випаровування її з води.

З часом люди удосконалювали знаряддя праці й винаходили нові способи використання сонячного випромінювання. З'явилися навіси, що зберігають сонячне тепло взимку і рятують від спеки влітку; теплиці, завдяки яким можна подовжувати тривалість сільськогосподарських робіт; зимові сади. Сьогодні фахівці, що працюють над цими питаннями, досягли небачених успіхів. Вони створили безліч пристроїв, які використовують енергію сонця: вискоєфективні сушилки, сонячні пічки для приготування їжі та плавки металів, опріснювачі води. Сонячна енергія, що накопичується в верхніх шарах ґрунту, у воді, повітрі як теплова енергія може бути використана через теплові насоси та теплові колектори. На енергії сонячних променів сьогодні рухаються машини та літають літаки.

Сонячна енергетика ґрунтується на перетворенні сонячного випромінювання в електричну (сонячні електричні системи) чи теплову енергію (сонячні теплові системи - виробляють тепло для одержання гарячої води, опалення приміщень тощо). Сфера використання сонячної енергії постійно розширюється. Ми зупинимось на сучасних технологіях використання енергії Сонця.

#### 4.6.1. Сонячна теплова енергетика

Сонячна енергія найефективніше може бути використана як теплова. Перевагою таких систем є високий коефіцієнт корисної дії (ККД), який сягає 45-60%, а в разі застосування концентраторів - 80-85%. Тепло, отримане в сонячних системах теплопостачання, використовується для нагрівання води, опалення будівель, у сільському господарстві, у технологічних процесах у промисловості. В сонячних перетворювачах готують їжу, сушать овочі та фрукти і, навіть заморожують продукти. Перетворення сонячної енергії в теплову обумовлене здатністю речовин поглинати електромагнітне випромінювання, внаслідок чого їх температура зростає.

Широкого розповсюдження набуло використання низькотемпературних сонячних систем, де теплоносій нагрівається до температур 100-200° С. Але іноді потрібні більш високі температури, і з цією метою використовують різного типу концентратори сонячного випромінювання, що дозволяє досягати доволі високих температур (до 3000° С), чого достатньо навіть для плавки металів.

Системи сонячного теплопостачання поділяють на активні й пасивні. До перших належать системи, в яких теплова енергія, отримана від сонячного випромінювання, передається за допомогою різних технічних засобів безпосередньо в місце її використання. Видатний італійський художник і винахідник Леонардо да Вінчі у 1515 р. створив один з перших проєктів застосування енергії Сонця в промисловості із застосуванням гігантського параболічного дзеркала "для постачання тепла до будь-якого бойлера на фарбувальній фабриці". Цей проєкт є прикладом активної сонячної системи теплопостачання, де тепло передається на відстань за допомогою нагрітої води в місце споживання.

Пасивні системи - це системи, в яких енергія сонця перетворюється на тепло безпосередньо в місці її споживання. Пасивне використання сонячної енергії добре відоме всім. Якщо на освітлений сонцем майданчик поставити резервуар, пофарбований у чорний колір, то вода в ньому добре нагріється. На практиці згаданий принцип використовують у будівництві, коли за рахунок певної орієнтації будинку відносно сонця і спеціальних технологій відпадає потреба в додатковому опаленні приміщень навіть узимку. Системи сонячного теплопостачання практично не вимагають експлуатаційних витрат, не потребують ремонту і вимагають затрат лише на їх побудову і поточне підтримання.

Найбільш поширеним є використання сонячного випромінювання для нагрівання води в системах опалення та гарячого водопостачання за допомогою найпростіших плоских сонячних колекторів. З урахуванням їх відносно невеликої вартості їм надають перевагу при нагріванні рідин до температури нижче 100 °С. Їх підрозділяють на одноконтурні (прямі) і двоконтурні (непрямі). В одноконтурних системах циркулює вода, а в двоконтурних - теплоносій-антифриз (звичайно, з вмістом поліпропіленгліколю). Цей теплоносій потрібний для того, щоб сонячна система теплопостачання могла використовуватися цілий рік.

Спочатку антифриз нагрівається в колекторі, а потім він нагріває воду через теплообмінник.

Прості водонагрівачі утримують весь об'єм рідини, яку необхідно нагріти. До них належать:

- резервуар на поверхні землі (наприклад, басейн). Це найпростіший нагрівач води. Підвищення температури води в ньому обмежено високим коефіцієнтом відбивання сонячного світла від поверхні води і тепловіддачею до землі та повітря, витратами на випаровування води;

- чорний резервуар - ємність з чорною матовою поверхнею, в якій міститься рідина. Його зазвичай розташовують на дахах будинків. Втрати тепла на випаровування майже відсутні, чорні поверхні поглинають практично все тепло, яке на них потрапляє. Нагрівачі цього типу досить недорогі, прості у виготовленні і дозволяють нагрівати воду до температури 45 °С. Зменшення температури може бути викликане тепловими витратами з поверхні, особливо за вітряної погоди;

- проточні нагрівачі. В такій системі вода протікає по паралельних трубках, закріплених на чорній металевій пластині. Пластину з трубками для захисту від вітру вміщують у вакуумний контейнер зі скляною кришкою, щоб уникнути втрат тепла через повітря.

Водонагрівачі більш складної конструкції нагрівають за певний час лише незначну частину рідини, яка потім, як правило, накопичується в окремому резервуарі для використання енергії у потрібний час. Найпоширеніші пласкі (не фокусуючі) приймачі дозволяють збирати як пряме, так і розсіяне випромінювання, а відтак працювати як у сонячну, так і хмарну погоду. Основним елементом сонячної нагрівальної системи (колектора) є приймач, у якому відбувається нагрівання рідини за рахунок сонячного випромінювання. Принцип дії його дуже простий: промені сонця, проникаючи крізь скло колектора (проходить близько 80-85%), зустрічаються з чорним дном колектора (абсорбером) і значною мірою поглинаються ним. Абсорбер починає випромінювати інфрачервоне випромінювання, яке не може проникнути крізь скло назовні: знизу виток тепла запобігає шар теплоізолюючого матеріалу. Акумуляоване таким чином тепло передається теплоносію, що протікає по трубках, розташованих на дні колектора. Циркуляція нагрітої рідини може здійснюватися як вимушено активні системи, або системи з примусовою циркуляцією теплоносія, з використанням pomp, так і природним шляхом - пасивні системи, або термосифонні, з природною циркуляцією, яка зумовлена перепадом температури і тиску, природною конвекцією. В останньому випадку нагрівач повинен розміщуватися нижче накопичувача нагрітої води.

Системи зі штучною циркуляцією вигідні, оскільки для їх створення можна використовувати існуючі водонагрівальні системи, підключаючи до них приймач сонячного випромінювання і насос. Крім того, немає потреби розташовувати в них накопичувач вище нагрівача. Недоліком цих систем є залежність від електроенергії, без якої вони не будуть працювати.

Сьогодні у світі обладнано понад 30 млн.м<sup>2</sup> сонячних колекторів для гарячого водопостачання. Дві третини припадає на країни Європейського Союзу. Популярність цієї технології весь час зростає. Денна продуктивність таких колекторів на широті 50° (на рівні Києва) сягає 50-60 літрів води, нагрітої до 60-70 °С з квадратного метра. Коефіцієнт корисної дії сонячного колектора становить від 40 до 60% і визначається його оптичними характеристиками, якістю теплової ізоляції, інсоляцією і температурами теплоносія та навколишнього повітря. Ефективність термальних геліоприймачів підвищується до 80-85%, якщо вони оснащені тими чи іншими дзеркальними поверхнями, що концентрують випромінювання. Дуже перспективними для використання є пласкі сонячні елементи з лінійними концентраторами випромінювання -фокони. Концентратори - фокони мають у перетині У-подібну форму (пласку чи параболоїдну, остання дорожча, але ефективніша).

### ***Сторінки історії***

- Ідею концентрації сонячного світла на "палючих" дзеркалах приписують Архімеду (212 р. до н.е.). За допомогою величезних збільшувальних скелець винахідник нібито

скерував сонячні промені на кораблі римлян, щоб перешкодити завоюванню Сіракуз.

- Наприкінці XVIII ст. французький хімік Антуан Лавуазьє винайшов сонячну піч, в якій можна було плавити платину за температури 1780 С.
- Шведський вчений Горацій де Соссюр винайшов перший у світі сонячний колектор, який він використовував для приготування їжі під час експедиції до Південної Африки в 1830 році.

#### **4.6.2. Фотоенергетика**

Сонячна енергія може бути перетворена на електроенергію безпосередньо чи опосередковано. Пряме перетворення сонячної енергії на електричну може бути здійснене за рахунок використання фотоелектричного ефекту, сенс якого полягає в тому, що світло (фотони), попадаючи на предмети, здатне вибивати з їх поверхні електрони. Для того, щоб кількість цих електронів була достатньою, були розроблені спеціальні сонячні елементи (фотоелементи), які складаються з двох типів матеріалу з різною електропровідністю. Найчастіше фотоелементи роблять на основі кремнію, другого за поширеністю на Землі елемента. Сонячне світло (фотон), попадаючи в такий матеріал, викликає порушення рівноваги так званого "р-п" переходу і спричиняє появу в системі електричного струму. Ефективність сучасних фотоелементів досить низька - в середньому 10-15 %. І хоча існують перспективні розробки з ККД (близько 30%), вартість енергії, отриманої на сонячних батареях, залишається високою, в середньому вона в 4 рази дорожче геліотермічної.

Сонячні елементи відрізняються між собою, передусім тим, яку частку сонячного випромінювання вони можуть перетворити на електричну енергію. Зрозуміло, ефективність роботи елементів буде залежати від того, на якій географічній широті вони перебувають, а також під яким кутом на них падають сонячні промені. Ще одним недоліком сонячних батарей є те, що вони вимагають акумуляторів (зазвичай батарей) для забезпечення безперервного енергопостачання вночі й у похмурі дні. Але виробництво електроенергії за рахунок використання сонячних батарей є одним із найбезпечніших способів. Сонячні батареї не створюють шуму, не залишають відходів, не споживають палива, крім сонячного світла. У батарей немає механізмів, що рухаються, тут не споживаються і не виділяються жодні речовини. Їх можна використовувати практично в будь-якій сфері, де потрібна електроенергія: для освітлення, роботи насосів, охолодження, радіопередач тощо. Застосування сонячних батарей особливо привабливе для віддалених районів, сільської місцевості та енергозабезпечення автоматичного устаткування.

У зв'язку з тим, що фотоелектричні технології є дорогими, але ефективними, швидкому розвитку фотоелектричного ринку в світі сприяє державна фінансова підтримка. Наприклад, програма Європейського Союзу "1 000 000 дахів" передбачає стимулювання тих, хто послуговується цією технологією. Програм подібного типу в світі досить багато. Це і німецька - "100 000 сонячних дахів", і японська - "4 600 МВт до 2010 року", і американська "1 000 000 сонячних дахів", а також десятки інших. Урядові субсидії, зростання ринку та технічні досягнення обіцяють значне зниження цін у наступні роки. Активний ринок "сонячних помешкань" може прискорити це, оскільки удосконалені сонячно-енергетичні покрівельні матеріали й віконне скло можуть замінити з часом дорогі будівельні матеріали. Сонячні батареї можна встановлювати також уздовж автомагістралей, на автостоянках, на дахах муніципальних будівель і транспортних станцій.

#### ***Сторінки історії***

У 1958 році сонячні батареї були вперше застосовані у США для енергозабезпечення штучного супутника Землі Vanquard I. У подальшому вони стали невід'ємною складовою космічних апаратів. Широко відомі мікрокалькулятори, годинники, радіоприймачі і багато інших електронних апаратів, що працюють на сонячних батареях.

#### **4.6.3. Сонячна теплоенергоенергетика**

На відміну від фотоенергетики у сонячній теплоенергетиці електроенергію отримують у теплових машинах (наприклад, звичайних парогенераторах), в яких тепло від згорання

палива замінюється потоком концентрованого сонячного світла. Тобто сонячна теплоелектростанція відрізняється від звичайної ТЕС, що працює на викопному паливі, тільки тим, що в ній вода перетворюється на пару за рахунок енергії сонця, а не спалювання вугілля чи іншого палива. Для цього сонячне світло за допомогою системи дзеркал концентрують на спеціальний сонячний котел (ресівер), з якого утворена водяна пара спрямовується в стандартну парову турбіну. За рахунок використання сучасних технологій вартість електроенергії, отриманої на сонячній електростанції, наблизилася до вартості енергії, отриманої на атомних електростанціях, і становить в середньому 8-10 центів за 1кВт. Така електростанція може працювати тільки при прямому освітленні сонячними променями. Тому часто, щоб уникнути перебоїв у генерації струму, такі станції комбінують зі звичайними тепловими електростанціями. Технічна складність підтримання ефективної роботи сонячної електростанції та доволі великі площі дзеркал, які необхідні для отримання достатніх для промислового використання об'ємів електроенергії, стримують швидкий розвиток цього напрямку сонячної енергетики. Так, для електростанції потужністю в 1 тис.МВт необхідна площа встановлених сонячних колекторів становить 13-25 км<sup>2</sup>, залежно від географічного розташування електростанції. Це більше, ніж площа, яку займає звичайна електростанція, але менше, ніж площа, яку займають станція і відкритий кар'єр для видобутку споживаного нею вугілля. Тому в світі активно ведуться розробки сонячних електростанцій у Космосі, звідки отримана від сонця енергія за допомогою випромінювання надвисокої частоти буде передаватися на Землю.

#### ***Подумайте і дайте відповідь***

1. Якому одягу ви надаєте перевагу спекотного літа - темному чи світлому? Чому?
2. На більшості дачних ділянок є душ, що складається з бака з водою, розміщеного над кабіною. Вода нагрівається Сонцем. У який колір потрібно фарбувати бак? Це пасивне чи активне використання сонячної енергії?
3. Які типи сонячних систем гарячого водопостачання ви знаєте?
4. Що таке фотоелектрична система і де вона використовується?

### **4.7. Енергія вітру**

Близько 1% сонячної енергії, яку отримує Земля, спричиняє рух атмосферних повітряних мас, викликаний перепадом температур у різних шарах атмосфери через нерівномірний нагрів її Сонцем. Такий рух називається вітром. Отже, енергія Сонця перетворюється в механічну енергію вітру. Установки, що в свою чергу перетворюють енергію вітру на корисну механічну або електричну енергію, називають вітроенергетичними (ВЕУ) або вітрогенераторами.

Новому кроку у розвитку сучасної вітроенергетики сприяла енергетична криза 70-х років ХХ століття. Виявилось, що вартість електроенергії, отриманої на вітроелектростанціях, відносно невелика. Розвиток вітроенергетики відбувся, насамперед, у країнах, які не мають власних потужних джерел енергії: великих рік, нафти, газу, вугілля. Проте, наприклад, такі континентальні місцевості, як Великі Рівнини в США чи Внутрішня Монголія в Китаї, мають вітрові ресурси, достатні для задоволення повних потреб цих країн в електроенергії. Стимулом для розвитку вітроенергетики є також бажання виробляти на своїй території екологічно чисту енергію.

У теперішній час ВЕУ застосовуються для енергозабезпечення споживачів, віддалених від електромереж. Зокрема, в Китаї побудовано понад 150000 вітрових турбін потужністю лише 200 Вт кожна. Деякі місцевості у Данії, Німеччині й Іспанії одержують 10-15% електрики від вітру. Автономні вітроустановки можуть замінити дизельні електростанції, опалювальні установки, що працюють на нафтопродуктах. ВЕУ також можуть бути призначені для безпосереднього виконання механічної роботи, наприклад, приведення в дію водяного насоса.

Будова ВЕУ подібна до будови гідроустановки. Основними частинами установки є ротор, генератор, турбіна, обладнана пропелером (вітроколесом), яке безпосередньо приймає на себе енергію вітру. У більшості конструкцій ВЕУ ротор, турбіна і генератор розташовані

на єдиному валу і мають горизонтальну орієнтацію. Вітрові турбіни, сучасні технології яких були розроблені у 1980-х роках, як правило, обладнані трилопатевиими пропелерами, що орієнтуються проти вітру.

Останнім часом зусилля розробників ВЕУ пов'язані зі створенням систем, що зможуть функціонувати при незначних швидкостях вітру. Також важливим для виробництва установок є зменшення вартості опор, на яких вони розташовуються. Багато вітроенергетичних об'єктів складаються з великих груп вітряків, які зуть "вітряковими фермами" або вітроенергетичними станціями (ВЕС).

Сучасні вітроустановки мають потужність 600-3000 кВт, а найпотужніші - 4,5 МВт. У теперішній час вітротехнологія отримання енергії є найбільш дешевим способом вироблення екологічно чистої енергії. Безперечною перевагою вітрових електростанцій є те, що єдиним чинником забруднення навколишнього середовища є утворення при їх роботі шуму низької частоти.

Вітроенергетичний потенціал в Україні досить великий. Більшість ВЕС призначена для роботи при швидкості вітру від 4 до 30 м/сек. В Україні можна виділити 6 регіонів, для яких використання енергії вітру є економічно ефективним. Це Карпатський, Приазовський, Донбаський, Західно-Кримський, Гірсько-Кримський і Керченський, а також дві зони - Харківську і Полтавську.

Сьогодні Україна - лідер у галузі розвитку вітроенергетики серед країн Східної Європи і республік колишнього СРСР. Загальна потужність її ВЕС наприкінці 2007 р. вже досягла 83,35 МВт. І хоча цей показник занадто низький порівняно з Німеччиною або Данією, Україна належить до тих небагатьох країн, де налагоджене серійне виробництво 750 кВт вітроустановок (ВЕУ) і розпочато підготовку до виробництва установок з потужністю понад 1000 кВт і більше. До того ж українськими вченими Національної Академії наук України створений вітроенергетичний атлас країни, що дозволяє обрати найкращі райони для будівництва вітроелектростанцій. За допомогою спеціальних комп'ютерних програм тепер можна визначити майданчики, на яких ВЕУ будуть працювати з максимальною ефективністю.

### ***Сторінки історії***

- Ще за 3500 років до н.е. мореплавці використовували силу вітру, щоб йти під вітрилами. Вітрильні човни ходили по Нілу в Давньому Єгипті. Звичайні вітряні млини використовувалися в Китаї 2200 років тому. На Середньому Сході, у Персії, близько 200 року до н.е. почали застосовувати вітряні млини з вертикальною віссю для перемелювання зерна. Їх виготовляли з в'язанок очерету, прикріплених до дерев'яної рами, що оберталася, коли був вітер. Стіна, що оточувала вітряк, спрямовувала потік вітру проти лопатей. В XI ст. у Європі почали поширюватися вітряні млини, завезені мандрівними купцями і ветеранами хрестових походів. Ці перші млини поступово вдосконалювалися спочатку голландцями, а згодом англійцями, і, зрештою, у їхній конструкції з'явилася горизонтальна вісь. Мешканці Голландії з'ясували, що за допомогою вітру дуже зручно відкачувати воду з метою осушення землі. Адже це було актуально для країни, що розташована в низовинах і тому неодноразово зазнає повеней. Найактивніше в допромисловій Європі вітряні млини використовувалися у XVIII ст. Тоді лише в Нідерландах їх було понад сто тисяч. З їхньою допомогою мололи зерно, качали воду і пиляли дерево. Згодом більшість вітряних млинів, не здатних конкурувати з дешевим і надійним викопним паливом, замінили парові двигуни. Однак і зараз вітряні млини досить розповсюджені. У старих вітряках лопаті були дерев'яними і здатні були використовувати близько 7 % енергії вітру.

- З давніх-давен енергію вітру використовували і в Україні. У 1917 р. тут налічувалося близько 30 тисяч вітряків, які виробляли 150-200 МВт механічної енергії. З початком колективізації число вітряків значно зменшилося, а пристрасть до гігантизму в радянській час практично витіснила їх з ужитку. З середини 60-х років XX ст. у сільському господарстві країни експлуатувалося кілька сотень вітроенергетичних установок середньою потужністю близько 4 кВт. Їх використовували для водопостачання, вироблення постійного струму, перемелювання зерна. До 1987 р. їхня кількість скоротилася до 15 одиниць, а економія елек-

троенергії становила всього 10 тис.кВт\*год.

Перший етап розвитку вітроенергетики для виробництва електричної енергії в Україні почався ще в 30-х роках минулого століття. Під керівництвом винахідника Юрія Кондратюка у Балаклаві був розроблений і запроваджений експериментальний вітроагрегат потужністю 100 кВт. У 1935 р. Ю. Кондратюк розпочав проектувати вітряк на 1000 кВт. Згодом був спроектований двоповерховий вітроагрегат загальною потужністю 10 000 кВт (по 5000 кВт на кожному рівні; висота до першого рівня - 65 м, до другого - 150 м). Проекти так і залишилися незреалізованими, хоча фундамент для вітряка у 10000 кВт все-таки був споруджений на горі Ай-Петрі в Криму (він існує донині).

- Завдяки новаторським розробкам Томаса Перрі, що наприкінці XIX ст. здійснив близько 5000 експериментів з різними видами колеса, дерев'яні лопаті поступилися місцем лопатям з вигнутого металу, що збільшило ефективність установок удвічі - до 15%. Широкий вигин лопаті захоплює ще більшу частину повітряного потоку, спрямовуючи його уздовж задньої частини однієї лопаті на наступну. Цей каскадний ефект підвищив ефективність пристрою. Дизайн вітроколеса Перрі одержав визнання і поширився в усьому світі.

### ***Подумайте і дайте відповідь***

1. Чому вітер належить до відновлюваних джерел енергії?
2. У чому, на вашу думку, основний недолік вітру як джерела енергії?
3. Наведіть приклади використання енергії вітру в сучасному світі й у далекому минулому?

### ***Чи знаєте ви, що...***

- Нестабільність, мінливість вітру утруднює використання вітрової енергії.
- ВЕС завдають шкоди птахам, якщо розташовані у напрямку масових міграцій і місцях гніздувань.

## **4.8. Гідроенергетика**

Термін «гідроенергетика» визначає галузь енергетики, яка використовує енергію рухомої води, як правило, річок. Ця енергія перетворюється або на механічну, або найчастіше на електричну. Поза гідроенергетикою водними джерелами енергії є морські хвилі й припливи, спричинені гравітаційною взаємодією Землі з Місяцем та Сонцем.

Гідроенергетика - найрозвиненіша галузь енергетики на відновлюваних ресурсах. Річки є потоками води, що рухаються під дією сили тяжіння з вищих поверхонь Землі до нижчих і зрештою впадають у Світовий океан. Під впливом сонячного випромінювання вода випаровується з поверхні Світового океану, її пара підіймається в горішні шари атмосфери, конденсується у хмари й випадає у вигляді дощу, поповнюючи виснажені витoki річок. Отже, використовувана енергія річок вже є перетвореною в механічну енергією Сонця. Теперішні гідроелектростанції (ГЕС) є складними гідротехнічними спорудами. Основними їх елементами є водосховище, гребля, гідротурбіна, генератор. Шляхом створення греблі створюється різниця рівнів води. Вода, перетікаючи з верхнього рівня (б'єфа) на нижній, набуває великої швидкості. Водяний потік падає на лопаті турбіни, що обертає генератор, виробляючи тим самим електрику.

У горах зустрічаються річки, вода яких падає зі значної висоти, і потужність її потоку майже не змінюється ні взимку, ні влітку. Для будівництва гідроелектростанцій на таких річках навіть не потрібні водосховища.

Отримання електроенергії у такій спосіб є значно ефективнішим і дешевшим, ніж, скажімо, тепловим способом. Саме тому приблизно з 80-х років XIX століття сумарна потужність гідроелектростанцій продовжує зростати, подвоюючись приблизно кожні 15 років.

Потужність гідроелектростанції залежить від витрат води й висоти її падіння. Навіть річки з невеликими витратами води, яка падає з чималої висоти, можуть виробляти велику кількість енергії.

Проте, будуючи гідроелектростанції, не вдається зробити це безболісно для природи і людей. Насамперед, будівництво водосховищ пов'язано з екологічними й соціальними проблемами,

такими, як зменшення площ родючих земель, порушення природних водних екосистем (у тому числі і через відсутність рибопропускних пунктів), переселення людей, які мешкають у зоні затоплення, скорочення кількості корисних речовин в землях, розташованих вниз за течією та іншими. Але найбільші збитки гідроенергетики завдає внаслідок затоплення великих площ при створенні водосховищ, замулювання гребель, корозія гідротурбін і, порівняно з тепловими електростанціями, чималі капітальні витрати на спорудження ГЕС.

У залежності від запровадженої потужності гідроелектростанції (ГЕС) поділяються на великі і малі. До малої гідроенергетики належать системи потужністю до 30000 кВт, які, у свою чергу, можна поділити на малі, міні- і мікро-ГЕС. Потужності малої гідроелектростанції цілком достатньо для забезпечення потреб в електроенергії невеликого міста, селища, а мікро-ГЕС може повністю забезпечити електроенергією приватний будинок. Невеликі гідроелектростанції дозволяють зберігати природний ландшафт, навколишнє середовище не тільки на етапі будівництва, але й у процесі експлуатації. Саме тому найбільш перспективним є виробництво гідроенергії на малих річках без створення штучних водосховищ. Це так звані міні- та мікро- ГЕС, які допомагають зберігати природний ландшафт і навколишнє середовище не лише на етапі будівництва, а й під час подальшої експлуатації гідроелектростанцій.

На сьогодні мала гідроенергетика стає дедалі популярнішою в світі. Так, Китай, лідер у малій гідроенергетиці, за останні 40 років збільшив загальну потужність малих ГЕС у понад три тисячі разів! Серед європейських країн цей вид відновної енергетики найбільш популярний в Австрії (10% від загального виробництва електроенергії).

В Україні нараховується понад 63 тис. малих річок загальною довжиною 135,8 тис.км, де можна встановлювати міні- чи мікро- ГЕС. Експлуатація малих ГЕС у нашій країні дає можливість виробляти близько 250 млн. кВтгод електроенергії, що дозволило б зекономити до 75000 т. дефіцитного органічного палива.

### ***Сторінки історії***

- На початку 20-х років XIX ст. в Україні було 84 гідроелектростанції загальною потужністю 4000 кВт, а наприкінці 1929 р. - уже 150 станцій загальною потужністю 8400 кВт. Серед них - Вознесенська (840 кВт), Бузька (570 кВт), Сутиська(1000 кВт) та інші. У 1934 р. введено в експлуатацію Корсунь-Шевченківську ГЕС (2650 кВт), що за своїми технічними характеристиками була однією з кращих станцій того часу.

У післявоєнний період електрифікація сільського господарства також орієнтувалась на збільшення потужності й поліпшення техніко-економічних показників малих електростанцій. На початку 50-х років кількість побудованих малих гідроелектростанцій становила 956 одиниць загальною потужністю 30000 кВт. Однак із будівництвом могутніх тепло- і гідроелектростанцій малих ГЕС майже не лишилося. Протягом 1984-1988 рр. було перевірено технічний стан устаткування і споруд існуючих малих ГЕС. З'ясувалося, що збереглося 150 малих гідроелектростанцій: діючих - 49 і недіючих -101.

- Історія людства нерозривно пов'язана з історією розвитку гідроенергетики. Застосування водяних коліс - це найдавніший тип гідроенергетичної системи - почалося з 200 року до н.е. у Римській імперії. Їх використовували передусім у сільському господарстві: вони перекачували воду для зрошення землі, мололи зерно тощо. І хоча ці пристосування були низькоєфективними, використовували лише мізерну частину енергії водного потоку, вони набагато полегшували фізичну працю людей. Починаючи з XIX ст., після відкриття технологій виробництва електроенергії, водяні колеса почали використовувати для роботи електрогенераторів, що виробляють електроенергію.

### ***Подумайте і дайте відповідь***

1. Які ГЕС відносять до малої гідроенергетики?
2. Чому мала гідроенергетика стає дедалі популярнішою в світі?
3. Як пояснити, що відновлюваність гідроенергетичних ресурсів також забезпечена енергією Сонця?
4. Якої шкоди докільню завдають греблі ГЕС?
5. У чому полягають складнощі використання припливних електростанцій?



## 4.9. Енергія хвиль та припливів

Всі ми спостерігали за тим, як хвилі б'ють у берег, як на них гойдаються красені морські лайнери, читали або бачили у фільмах, як могутні цунамі спустошують все навколо. Хвилі мають величезну енергію, яку людям потрібно навчитися використовувати. І такі спроби вже зроблено. У Норвегії побудовано 500-кіловатну хвильову енергетичну установку. Менші за потужністю хвильові установки забезпечують енергією бакени і маяки, що вказують напрямок руху кораблям. Попри величезні запаси енергії хвиль, цей напрямок розвивається досить повільно через велику кількість технічних проблем, з якими пов'язане перетворення енергії хвиль в електричну. Основними з них є розосередження енергії на великій поверхні, непостійне хвилевідтворення, низька швидкість руху хвиль при значній силі їхньої дії.

Більш поширеним є використання енергії припливів. Припливні коливання рівня всесвітнього океану пов'язані з гравітаційним впливом Місяця на водні маси Землі. Двічі на добу рівень світового океану піднімається і опускається.

Висота припливу (різниця між найвищим і найнижчим рівнями води) в середньому сягає 0,5-10 м, а на Таїті становить аж 25 м. Швидкість руху води в протоках між островами доходить до 5 м/с (18 км/год).

Серед сучасних припливних електростанцій (ПЕС) найбільш відома перша у світі і найпотужніша на сьогодні станція (240 МВт), що міститься у Франції на березі Ла-Маншу в гирлі річки Ране. Приплив у цьому місці переміщує 189 тис. МЗ води за секунду. Різниця рівнів становить 13 м, а швидкість течії між містами Брестом і Сен-Мало часто досягає 90 км/год.

До недоліків ПЕС слід віднести труднощі, пов'язані із захистом дамб та устаткування від ударів крижаних торосів, особливо у північних районах. Поблизу дамб морська флора й фауна дуже потерпають внаслідок нагромадження забруднюючих речовин на прилеглий території та, хоча й незначного, але підвищення температури і зменшення вмісту кисню у воді. Крім того, дамби перешкоджають міграції риб.

### *Сторінки історії*

Перетворення енергії припливу на механічну енергію використовувалося ще на початку XI століття в припливних млинах, які будували в гирлах річок, що впадали в океан. Для цього перегороджували дамбами річки і створювали резервуари, в яких встановлювалися засувні ворота чи шлюзи. У перших припливних млинах використовувалась тільки потенційна енергія води, зібраної в резервуар. Пізніше, коли були винайдені ефективні насоси, з'явилася можливість використання й другого виду енергії припливів - кінетичної, тобто енергії води, яка рухається.

## 4.10. Біоенергетика

Біоенергетика - це галузь енергетики, що як енергоресурс використовує органічні речовини рослинного або тваринного походження (біомасу), котрі мають енергетичну цінність і можуть бути використані як паливо. Оскільки зростають потреби в енергії, з одного боку, і виснажуються ресурси викопного палива, з іншого, біомаса може стати одним з основних джерел сировини для хімічних виробництв і енергії.

Біомаса поділяється на первинну (рослини, тварини, мікроорганізми) і вторинну (відходи від переробки первинної біомаси і продуктів життєдіяльності людини і тварин). Остання група досить різноманітна:

- *Біологічні відходи тварин (гній великої рогатої худоби, послід домашніх птахів та інші);*
- *Залишки від зберігання врожаю сільськогосподарських культур і побічні продукти їх переробки: солома, стебла та качани кукурудзи, стебла бавовни, шкаралупа арахісу, відходи картоплі, рисове лушпиння і солома тощо);*
- *Відходи лісопереробної промисловості: кора, листя, гілля, тирса, стружки, щепи;*
- *Промислові стічні води (зокрема, текстильних, а також молочних, цукрових та інших підприємств з переробки харчових продуктів);*
- *Тверді побутові відходи та стічні води.*

Ефективність біомаси як джерела енергії обумовлена легкістю її отримання та швидким поновленням запасів. Залежно від вологості і ступеня розпаду біомасу переробляють термохімічними методами (пряме спалювання, газифікація, піроліз, ожиження) або біологічними методами (анаеробна переробка, етанольна ферментація). В залежності від методу з біомаси можна отримати різні кінцеві енергетичні продукти, включаючи тепло, пару, низько- і висококалорійні гази та різні види рідкого палива. Енергія, прихована в біомасі, своїм походженням завдячує Сонцю. У зеленій частині рослини міститься особлива речовина - хлорофіл, з допомогою якої вони вловлюють сонячну енергію. За фотосинтезу відбуваються хімічні реакції, в яких беруть участь Карбон (С), Гідроген (Н), Оксиген (О) і сонячне випромінювання. В підсумку цього процесу утворюються органічні сполуки, енергія яких більша за енергію початкових матеріалів на величину поглинутої сонячної енергії. В процесі фотосинтезу також виділяється кисень, необхідний усьому живому на Землі, й поглинається карбону (IV) оксид.

Щорічно на Землі за допомогою фотосинтезу утворюється близько 120 млрд тонн сухої органічної речовини, або біомаси, що енергетично еквівалентно понад 40 млрд. тонн нафти. Утворення біомаси змінюється залежно від місцевих умов, і на одиниці площі суходолу її утворюється приблизно в два рази більше, ніж на одиниці поверхні моря.

Відповідно до програми розвитку поновлюваних джерел енергії (ПДЕ) у країнах Європейського Союзу у 2010 р. біомаса буде покривати близько 74% загального внеску ПДЕ, що становить близько 9% споживання первинних енергоносіїв. Загальні ресурси біомаси в Європі (у млн тонн сухої маси/рік) такі:

- *деревного палива - 75;*
- *деревинних відходів - 70;*
- *біомаса, вирощувана на енергетичних плантаціях, складає 250 млн тонн/рік сільськогосподарських відходів - 250;*
- *міського сміття - 75.*

На сучасному рівні за рахунок біомаси отримують сьому частину світового обсягу палива за кількістю отриманої енергії вона посідає, поряд із природним газом, третє місце. Україна має досить великий потенціал біомаси, придатний для одержання енергії. Загальні річні обсяги відновлюваних ресурсів біомаси в Україні стануть понад 115 мільйонів тонн. Біомаса (без частки, що використовується іншими секторами економіки) може забезпечити близько 10-17 млн тонн умовного палива на рік, або 5-8 % загальної потреби в енергії.

### ***Це цікаво***

- Рисова лузга має таку ж теплотворну здатність, що й деревина. П'ять тонн очищеного рису дають тонну лузги.
- В Україні щороку залишаються невикористаними близько 5 мільйонів тонн соломи.

#### **4.10.1. Спалювання біомаси**

Теплову або електричну енергію можна отримувати простим спалюванням біомаси. Для половини населення Землі використання біомаси (деревини, гною, бадилля тощо) є основним, а іноді єдиним доступним джерелом енергії. Як ми вже згадували, в рослинах фотосинтез перетворює енергію сонця на хімічну енергію. Частина енергії зберігається в органічних молекулах, з яких складається біомаса. Карбон, що утворює кистяк органічних молекул, у процесі згоряння реагує з киснем і при цьому частина енергії виділяється у вигляді тепла. Одночасно виділяється й карбону (IV) оксид.

Під час горіння біомаси не утворюється більше карбону (IV) оксиду, ніж було поглинуто рослиною за життя, оскільки рослини в процесі фотосинтезу засвоюють цей газ, відтак обсяги CO<sub>2</sub> що виділяються при спалюванні біомаси і споживаються рослинами при фотосинтезі врівноважують одне одного. Тобто використання біомаси для виробництва енергії не збільшує концентрацію карбону (IV) оксиду у атмосфері. Але пам'ятаймо: щоб ми могли розглядати біомасу як відновлюване джерело енергії, слід забезпечити її виробництво принаймні на одному рівні зі споживанням. У багатьох країнах витрати деревного палива значно випереджають його відтворення. Це призвело до знищення більшості лісів Азії та Африки й прискорило утворення пустель у цих регіонах. Щороку, в тому числі і для

спалювання, у світі вирубують 25 млн. гектарів лісу (це відповідає площі лісів трьох Україн).

При спалюванні нафти, вугілля та газу спостерігаються ті ж закономірності, але час, необхідний для поновлення балансу CO<sub>2</sub> сягає кількох мільйонів років (як ми пам'ятаємо, саме такий час потрібен для утворення викопних копалин з відмерлих рештків рослин і тварин).

Спалювання деревини, певно, найстаріший спосіб перетворення біомаси на біоенергію. Переваги використання деревини як біопалива полягають у низькому вмісті забруднюючих речовин порівняно з нафтою і вугіллям. При правильному спалюванні біомаси викид оксидів Нітрогену і Сульфуру в атмосферу може становити тільки 10% від загальної кількості оксидів, що утворюються при спалюванні нафти. Хоча кількість пилу і сажі залишається такою ж, як і при спалюванні викопного палива.

Основною проблемою при прямому спалюванні є відносно низький ККД печей і топків та відносно великий, порівняно з іншими видами палива, вміст вологи. А в разі використання відходів лісопереробної промисловості та сільського господарства ще і необхідність спеціальної конструкції топків і підготовки біомаси до спалювання (брикетування тирси та щепи, пакування соломи і т.п). Просте вогнище для приготування їжі має ККД 14-15%. Використання більш досконалих сучасних пристроїв дає змогу підвищити ККД до 70% і вище, скоротити потребу в паливі більш ніж утричі.

Серйозною проблемою є енергетичне використання твердих побутових відходів. Сміттєспалювальні установки (інсинератори) в багатьох країнах світу малоефективні та спричиняють викид у навколишнє середовище токсичних продуктів згоряння. Тому пошук та розробка нових схем використання твердих побутових відходів є дуже актуальними.

Теплотворність окремих видів відходів:

- *відходи лісового господарства - 2050 ккал/кг;*
- *відходи деревообробки - 2300 ккал/кг;*
- *міські тверді відходи - 2400 ккал/кг;*
- *пластмаса - до 12000 ккал/кг.*

Правильне спалювання біомаси дозволяє уникнути багатьох проблем, пов'язаних із забрудненням довкілля та економією ресурсів.

#### 4.10.2. Піроліз

Німецький інженер Карл Кінер винайшов спосіб перетворювати відходи палива в кокс - це так званий низькотемпературний піроліз (у перекладі з грецької - "руйнування вогнем"). Піроліз - це розклад органічних речовин без доступу повітря і відносно низькій температурі (450-800 °C). Власне, треба відзначити ефективність такого методу переробки біомаси, промислових і побутових відходів. При піролізі хімічні сполуки руйнуються і утворюються первинні (рідина, тверда вугільна речовина і гази) та вторинні (енергія, пальне і хімічні елементи) продукти.

**Продукти піролізу:**

**Рідкі продукти.** Важливо, що їх можна використовувати як замітник палива для котлів, а також використовувати для газових турбін та дизельних двигунів. Рідина, що утворюється у процесі піролізу, має теплоту згоряння 20-25 мдж/кг.

**Тверді продукти.** Тверда вугільна речовина, що утворюється у процесі піролізу, придатна для використання як паливо у побуті (камінні, грубки), а ще може застосовуватися у промисловій сфері (металургії, теплової енергетиці, для очищення води і газів).

**Газоподібні продукти.** Це гази, що горять (метан, карбону (II) оксид). Тепловіддача цих газів підвищується, якщо їх використовувати поки вони гарячі і містять відносно багато смол. Такий газ, як правило, використовують у процесі піролізу для підтримання температурного режиму і сушіння вихідних речовин.

**Хімічні продукти.** Серед вихідних продуктів піролізу виявлено кілька сотень хімічних сполук, що викликають інтерес як сировина для окремих галузей промисловості. Більш висока цінність окремих хімічних продуктів порівняно з паливом могла б гарантувати вигоду отримання їх навіть у невеликих концентраціях.

Новий метод зацікавив спеціалістів, які займаються санітарним очищенням міст у

багатьох країнах. Установки для піролізу на відміну від звичних сміттєспалювальних фактично можуть переробити будь-який матеріал - починаючи від осаду стічних вод і старих шин і закінчуючи відходами пластмас, деревини, ганчір'ям тощо. Звичайно, що в переробку може йти побутове сміття. Подрібнені відходи нагріваються у барабані, який постійно обертається, без доступу повітря. Температура відносно невелика. Гази і пара, що виділяються, охолоджуються, внаслідок чого утворюються леткі масла, що можуть використовуватися для опалення або як пальне для двигунів. А технічна вода, яка утворюється при цьому, настільки очищена, що її без будь-якої шкоди можна зливати прямо в каналізацію. Єдиний залишок після переробки - зола. Вона складає 12 відсотків від початкової маси відходів і сміття, і її цілком легко можна захоронити на полігоні. Третину енергії, отриманої від піролізу, можна перетворити в електроенергію. Дві третини йдуть з водою, яка охолоджується, і газами. Воду можна використати для опалення приміщення, а газу для розігріву чергової порції сміття і відходів, що потрапляють у барабан. Втрачається лише невелика кількість енергії: ККД установки наближається до 80 відсотків.

#### 4.10.3. Газифікація

Газифікаційну технологію знешкодження відходів запозичили з металургійної промисловості, де її використовують, щоб отримати газу з бурого дуже золистого вугілля. Піроліз і термічна газифікація є спорідненими технологіями. Відмінність від піролізу хіба в тім, що термічний розклад відбувається при температурі близько 1200 °С з наявністю невеликої кількості кисню чи повітря.

Газ, що утворюється, можна використовувати для парових котлів, а при певному очищенні і для газових турбін/генераторів. Тепловідтворююча властивість генераторного газу на три чверті менша від природного газу. Кінцеві продукти газифікації - це тверді шматки, що запеклися, і шлак, рідкі піролізні вуглеводні, газу, піролізний газ, синтез-газ. Існують три продукти газифікації:

- *вуглеводневі газу (так звані синтез-газу);*
- *рідкі вуглеводні;*
- *сажа (чорне вугілля і зола).*

Синтез-газ, як правило, це карбону (II) оксид і водень (понад 85% від об'єму) і у невеликій кількості карбону (IV) оксид та метан. Синтез-газ може використовуватися як паливо для виробництва електроенергії чи пари, або як хімічна складова для отримання багатьох речовин. При змішуванні з повітрям синтез-газ можна застосовувати у бензинових або дизельних двигунах (останні дещо удосконаливши). Газифікація цілком підходить для переробки відходів лісопереробної промисловості.

#### 4.10.4. Біогаз

У нетрадиційній енергетиці особливе місце посідає переробка біомаси (органічних сільськогосподарських і побутових відходів) метановим шумуванням з одержанням біогазу та твердого залишку, який переважно використовується як високоякісне добриво.

Біогаз, що утворюється, містить близько 50-60% -метану, 30% - карбону (IV) оксида, а також інші речовини, в тому числі невелику кількість сірководню ( $H_2S$ ), незначні кількості азоту, кисню, водню, амоніаку та карбону (II) оксиду.

Перед використанням біогаз очищують від надлишків води та сірководню. Отримання біогазу відбувається в спеціальних реакторах (метантенках), облаштованих і керованих таким чином, щоб забезпечити максимальне виділення метану.

Біогаз використовують для освітлення, опалення, приготування їжі, для приведення в дію механізмів, транспорту, електрогенераторів. Коли йде мова про біогаз, всі, як правило, мають на увазі, що джерелом його утворення є відходи життєдіяльності тварин і птахів (тваринний гній, послід птахів) та каналізаційні стоки міст.

Але значні кількості біогазу можна отримати за анаеробної ферментації промислових стічних вод, де велика концентрація розчинених органічних речовин. Це, передовсім, стосується стічної води всіх без винятку харчових підприємств (особливо підприємств з переробки молока, виробництва цукру, алкогольних напоїв та ін).

Сьогодні за рахунок недосконалих очисних систем, що здебільшого використовуються, стічні води потрапляють в навколишнє середовище практично не очищеними і викликають значне забруднення поверхневих та підземних вод.

В Україні тільки на великих свинофермах і птахофабриках щорічно утворюється понад 3 млн тонн органічних відходів (у перерахунку на суху речовину), переробка яких дозволить одержати близько 1 млн.т умовного палива у вигляді біогазу, що еквівалентно 8 млрд. кВт•год електроенергії.

В основі виробництва біогазу лежить процес анаеробного бродіння, тобто ферментація органічних речовин рослинного чи тваринного походження в умовах повної відсутності кисню.

Відомо кілька десятків штамів мікроорганізмів, які розкладають складні органічні речовини до простих жирних кислот, і понад десяток штамів, які переробляють ці кислоти на метан, карбону (IV) оксид і воду. Безумовно, що паралельно виділяються й інші продукти біохімічних реакцій, але їх кількість незначна. Отриманий біогаз має теплоту згоряння 5340-6230 ккал/м<sup>3</sup> (6.21-7.24 кВтгод/ м<sup>3</sup>). Найбільший вихід біогазу в метантенках отримують при температурі 43-52°C. За таких умов, при ферментації 1000 літрів гною на протязі трьох днів можна отримати 4500 літрів біогазу.

Зараз у світі запроваджено близько 60 різновидів біогазових технологій. Внаслідок постійного вдосконалення з'явилася можливість для отримання біогазу використовувати спеціально вирощені трави та інші сільськогосподарські культури, а також їх залишки та відходи лісопереробної промисловості.

Одержуваний біогаз переважно використовується в теплоенергетичних установках, змонтованих поряд з біогазовими установками. Частково тепло використовується для виробничих процесів, але більша частина, як і електроенергія, розподіляється між споживачами.

Біогаз, що отримується в процесі анаеробного зброджування гною та інших придатних для цього органічних відходів, є не тільки відновлюваним джерелом енергії, але й екологічним методом переробки та утилізації цих відходів в органічне добриво. Особливі умови ферментування призводять до втрати схожості насіння багатьох бур'янистих рослин та значно знижують забруднення продуктів бродіння хвороботворними мікробами і паразитами.

Велике значення технології отримання і утилізації біогазу мають і у боротьбі з парниковим ефектом, оскільки здатні суттєво зменшити викиди парникових газів (зокрема, метану та карбону (IV) оксиду), що утворюються при розкладанні біомаси.

Отже, впровадження анаеробної біотехнології одночасно вирішує низку важливих проблем.

Програмою державної підтримки розвитку нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії та малої гідро- і теплоенергетики в Україні заплановано створити та освоїти виробництво необхідного обладнання і довести річне виробництво біогазу до 5 млрд.м<sup>3</sup>, що еквівалентно 4,3 млн.т уп. щорічно, але реалізація цього заходу потребує істотних капіталовкладень. Україна має технічні можливості побудувати та експлуатувати понад 100 промислових установок отримання біогазу в метантенках.

### ***Це цікаво***

- Підраховано, що за рік для опалення 1 метра квадратного житлової площі будинку витрачається 45 метрів кубічних газу, а для одержання 1 кВт год електроенергії необхідно витрати менше 1 метра кубічного біогазу.

### **4.10.5. Звалищний газ**

Не менш важливим джерелом отримання біогазу є сміттєзвалища. Біогаз, який утворюється на них, називають "звалищним газом"; за своїм складом, окрім домішок токсичних речовин, він мало відрізняється від біогазу, що отримується в метантенках. Джерело звалищного газу -тверді побутові відходи (ТПВ). В Україні за рік їх утворюється близько 40 млн.м<sup>3</sup> (10 млн.т.). Понад 50% це органічні матеріали, зокрема харчові залишки,

папір, картон, деревина.

При захороненні на полігонах, в умовах відсутності кисню створюються сприятливі умови для анаеробного бродіння. За середніми підрахунками, з 1 т твердих побутових відходів протягом 20 років утворюється 100 м<sup>3</sup>, тобто за рік виділяється близько 5 м<sup>3</sup> газу. Потенціал звалищного газу в країнах Європейського Союзу наближається до 9 млрд.м<sup>3</sup>/рік, у США - 13 млрд.м<sup>3</sup>/рік, в Україні - близько 1 млрд.м<sup>3</sup> на рік. Звалищний газ утворюється незалежно від того збирають його чи ні. Велика кількість метану при вільному поширенні звалищного газу створює серйозну загрозу для клімату нашої планети.

За оцінками експертної групи Міжурядової комісії зі зміни клімату, звалищний метан - це близько 18% всього метану, який утворюється на планеті. Окрім впливу на глобальні зміни клімату, звалищний газ викликає ряд негативних явищ локального характеру: його накопичення в спорудах створює вибухо- та пожежонебезпечні умови, негативно впливає на людей, що займаються обслуговуванням інженерних комунікацій та живуть поблизу полігонів захоронення ТПВ.

Крім того, звалищний газ пригнічує ріст рослин за рахунок згубної дії на їх кореневу систему. Тому у більшості розвинених країн діють спеціальні закони, які зобов'язують власників полігонів запобігати стихійному поширенню звалищного газу. Основний метод, яким можна це здійснити - його збирання та утилізація.

Найпоширеніша система збирання біогазу складається з мережі вертикальних свердловин, з'єднаних між собою горизонтальними трубами, в яких для його створення від'ємний тиск. Одна свердловина збирає біогаз в середньому в радіусі 30-35 м. Зазвичай на один гектар полігону ТПВ бурять 2-3 свердловини глибиною 7-10 м. Залежно від місцевих умов, з однієї свердловини можна отримати від 5-50 м<sup>3</sup>/год до 250 м<sup>3</sup>/год газу.

Проекти, щодо видобування та використання звалищного газу є досить рентабельними, особливо за наявності звалища промислового споживача газу або використання міні-ТЕС.

### ***Це цікаво***

- В Україні налічується 655 офіційних сміттєзвалищ, з яких тільки 140 - це полігони ТПВ, що можуть вважатися придатними для видобутку та використання звалищного газу.

## **4.11. Біопаливо**

Україна не може повністю забезпечити себе енергоносіями, тож змушена велику частину їх ввозити. Тільки на потреби автотранспорту щороку витрачається більше 12 млн.т. бензину і 15 млн.т. дизельного пального. Найближчим часом ці потреби будуть, в основному, забезпечуватися імпортною нафтовою сировиною.

Таке становище породжує залежність економіки України від країн-експортерів нафти та газу і є загрозою для нашої енергетичної і національної безпеки. З кінця 90-х років ХХ сторіччя і донині в Україні діє низка державних програм з пошуку і розробки альтернативних видів моторного палива.

Є кілька видів моторного палива, які можна отримувати з біомаси, але найефективнішими в світі визнані: біодизельне пальне, що містить 90% енергії нафтових палив; етиловий спирт (етанол) - 50% їх енергії та метиловий спирт (метанол) - третю частину їх енергії. В Україні за рахунок розвинутої спиртопереробної промисловості саме паливний етанол має найбільший потенціал.

Джерела його отримання - трав'янисті рослини та деревина, відходи сільського господарства та деревообробної промисловості, а також побутове сміття практично невичерпні. Воно є цілком сумісним з існуючими двигунами транспортних засобів і комерційних паливних систем розподілу і споживання.

У ряді країн світу вже понад 15 років застосовують паливний спирт як домішку до світлих нафтопродуктів. При використанні 6-12% домішки спирту до бензину немає потреби змінювати конструкції двигунів автомобілів, збільшується октанове число моторного палива, що веде до зменшення енергетичних витрат при його виробництві, на 4-5% збільшується ККД двигуна та на третину зменшуються викиди шкідливих речовин в атмосферу.

Однією з перших використувувати біопаливо стала Бразилія. На сьогодні Бразилія виробляє близько 45% (12 млрд. літрів на рік) екологічно чистого моторного палива з власних сировинних ресурсів (цукрової тростини). Це майже 10 млн тонн спирту на рік.

У США також реалізується велика програма заміни бензинового пального етанолом, який одержують шляхом переробки надлишків кукурудзи й інших зернових культур. Використання спирту як пального запроваджено також у деяких європейських країнах, зокрема, у Франції і Швеції.

Виробництво дизельного палива (біо-дизеля) - не менш перспективний напрямок розв'язання проблеми кількості власного моторного палива в Україні.

Біодизельне паливо було відоме ще з початку минулого сторіччя, але ним знехтували через наявність дешевого нафтового палива. Його отримують з різних видів олійних культур: ріпак, конопля, соняшник, соя, пальма тощо.

Найприйнятнішим джерелом біодизеля в наших клімато-географічних умовах є насіння ріпаку. Через значний вміст шкідливих для організму людини органічних сполук, використання ріпакової олії в харчовій промисловості практично неможливе, але, завдяки тому, що її середня теплотворна здатність (33,1 МДж/л) є лише трохи меншою, ніж у дизельного палива (35,1 МДж/л), використання її як палива є доцільним і має велике значення для паливно-енергетичної галузі. Гектар плантації олійного ріпака, при відповідних врожаях, дає в середньому одну тонну біодизельного палива, що замінює одну тонну дизельного палива.

Побічний продукт виробничого процесу - гліцерол може використувуватися для виробництва 3,5 тис. предметів споживання, включаючи гліцерин, продовольчі змішувачі та нафтові мастила для машин, підсолоджуючі речовини, відновлювачі шкіри, токоферол (вітамін Е), зволожувачі, добрива, безліч продуктів, що використуються у харчовій промисловості.

В Україні заплановано в ході розширення посівів ріпаку одержати 9 млн. тонн рапсового насіння, що може забезпечити отримання майже 3 млн. тонн біодизельного палива (75% потреби агропромислового комплексу держави). Але, завдяки здатності ріпака пристосовуватись до різних агрокліматичних умов, посівні площі під нього можна значно збільшити, що дозволить мати додаткові обсяги біодизельного палива.

Якомога ширше використання різних видів біопалива виправдане і необхідністю захисту довкілля від транспортного забруднення. Автотранспорт в Україні характеризується низькою ефективністю двигунів, витрата палива в яких в 1,4-1,5 раза перевищує світові норми. Тому викид шкідливих речовин і парникових газів на один кілометр пробігу в Україні значно вищий.

При застосуванні біопалива вдасться значно поліпшити ситуацію. Так, використання біоетанолу в умовах міського циклу, зменшує викиди оксидів Нітрогену на 25-40%, карбону (II) оксида - майже у півтора раза, вуглеводнів - на 15-20%. Біодизельне паливо дає на 50% менше часток вуглецю, ніж нафтодизельне паливо, а також меншу кількість сполук нітрогену і карбону (II) оксида. Викиди сульфору (IV) оксиду при його спалюванні у 100 разів менші, ніж дизельного. Тверді речовини, що викидаються при згорянні біодизельного палива, на відміну від тих, що викидаються при згорянні нафтодизельного палива, не є канцерогенними.

Підсумовуючи розділ, можемо сказати, що в міру зростання потреб в енергії, з одного боку, і виснаження ресурсів викопного палива, з іншого, біомаса може стати одним з основних джерел сировини для хімічних виробництв і енергії.

### ***Сторінки історії***

Біопаливо відоме з початку минулого століття, але враховуючи низьку вартість світлих нафтопродуктів, його майже не використувували. Перші автомобілі американського промисловця Генрі Форда працювали на чистому спирті.

### ***Подумайте і дайте відповідь***

1. Як може зелене листя запасати і перетворювати енергію Сонця?

2. Що таке біоенергетика?
3. Чому біоенергію відносять до відновлюваних джерел енергії?
4. Що таке біомаса і як вона використовується для виробництва енергії?
5. Що таке піроліз?
6. Де можна використовувати біогаз?
7. Що може статися, коли з поверхні Землі зникнуть ліси?

#### 4.12. Геотермальна енергія

Геотермальна енергія - це тепло Землі, яке переважно утворюється внаслідок розпаду радіоактивних речовин у земній корі та мантиї. Температура земної кори углиб підвищується на 2,5-3 °С через кожні 100 м. (так званий геотермальний градієнт). Отже, на глибині 20 км вона становить близько 500 °С, на глибині 50 км - порядку 700...800 °С, а в ядрі Землі - близько 5000 °С. У певних місцях, особливо по краях тектонічних плит материків, а також у так званих "гарячих точках", температурний градієнт вище майже в 10 разів, і тоді на глибині 500-1000 метрів температура порід сягає 300 °С. Однак і там, де температура земних порід не така висока, геотермальних енергоресурсів цілком достатньо.

Усю природну теплоту, яка міститься в земній корі, можна розглядати як геотермальні ресурси двох видів:

- пара, вода, газ;
- розігріті гірські породи.

Основним джерелом геотермальної енергії є постійний потік тепла з розжарених надр, спрямований до поверхні землі. Цього тепла досить, аби подібно до печі постійно нагрівати навколишню породу. Коли підземні води стикаються із цим теплом, вони теж нагріваються - іноді до 371 °С.

Але утворення геотермальних ресурсів неможливе без наявності в гірських породах достатньої кількості дрібних тріщин та порожнин, так званого геотермального резервуару, в якому власне і формуються. Розміри резервуару бувають від кількох тисяч кубічних метрів до кількох кубічних кілометрів.

Гідротермальні джерела енергії поділяються на термальні води, пароводяні суміші і природну пару.

Для отримання теплоти, акумульованої в надрах землі, її спочатку треба підняти на поверхню. Для цього бурять свердловини і, якщо вода досить гаряча, вона піднімається на поверхню природним чином, за нижчої температури може знадобитися насос.

Геотермальні води - екологічно чисте джерело енергії, що постійно відновлюється. Воно суттєво відрізняється від інших альтернативних джерел енергії тим, що його можна використовувати незалежно від кліматичних умов і пори року. Геотермальні води характеризуються багатьма факторами. Зокрема, за температурою вони поділяються на слабо термальні - до 40°C, високо термальні - 60-100°C та перегріті - понад 100°C. Вони різняться й за мінералізацією, кислотністю, газовим складом, тиском, глибиною залягання.

Геотермальну енергію можна перетворити на електричну або ж використати безпосередньо у вигляді теплоти. Залежно від характеристики геотермальних ресурсів, електрика виробляється в традиційних парових турбінах, куди надходять геотермальні води при температурі щонайменше 150 °С, або на парових заводах.

Виходячи з наявних оцінок запасів геотермальної енергії, пріоритетними районами для розвитку геотермальної енергетики є Керченський півострів, Закарпаття, Прикарпаття (Львівська обл.), Донецька, Запорізька, Луганська, Полтавська, Харківська, Херсонська, Чернігівська та інші області.

Найперспективнішим для видобутку високопотенційних геотермальних енергоресурсів є Карпатський геотермічний район, який характеризується високим геотермічним градієнтом і відповідно високими температурами гірських порід порівняно з іншими регіонами України. Температура порід в свердловинах, пробурених в Карпатах, на глибині 4 км сягає 210°C. Необхідні температури теплоносія для геотермальних електростанцій знаходяться на значно менших глибинах (на 1 -1,5 км), ніж у інших сприятливих місцях, де, за геологічними та геофізичними даними, на глибинах до 6 км. Так,



на території області в районі с. Залуж є унікальне місце площею 30 км, де на глибині 4 тис.м. середня температура сухих порід +200 °С. Цих запасів вистачає для роботи невеликих геотермальних електричних станцій і тепличних агропромислових комплексів. Значні ресурси геотермальної енергії має Крим, для якого найбільш перспективними є Тарханкутський і Керченський півострови, де перепад температур менший і на глибині 3,5 - 4 км температура гірських порід сягає 160-180 °С.

В Україні визначено шість пріоритетних напрямків розвитку геотермальної енергетики:

- створення геотермальних станцій для теплопостачання міст, населених пунктів і промислових об'єктів;
- створення геотермальних електростанцій;
- створення систем теплопостачання з підземними акумуляторами теплоти;
- створення сушильних установок;
- створення холодильних установок;
- створення схем геотермального теплопостачання теплиць.

Людина здавна використовувала природну гарячу воду протягом століть. Всесвітньо відомі термальні джерела Чехії - Карлові Вари і Маріанські лазні - популярні протягом уже 500 років. На цих курортах термальні води, багаті мінеральними солями з кристалічних скель, використовуються для лікувальних ванн і як питні. В промисловості геотермальні води використовуються для миття вовни, сушіння деревини, виробництва паперу і бетонних блоків, як джерело мінералів. У Франції, в районах Паризького й Аквитанського осадових басейнів, гаряча вода температурою 45-85 °С надходить зі свердловин глибиною до 1800 м. для обігріву 200 тис. будинків. Подібні басейни є в Бельгії, Німеччині, Данії, Нідерландах і Англії. Використання тепла геотермальних вод - це найпростіший і найдоступніший спосіб споживання геотермальної енергії. Для цього необхідно тільки пустити трубами геотермальні води прийнятної для споживачів температури. Обігрівання геотермальними водами широко застосовується в усьому світі для опалення лікарень і шкіл, житлових і виробничих приміщень, теплиць та підігріву води в басейнах, а в Сибіру застосовується для розтоплення замерзлого ґрунту тощо. Оскільки геотермальна вода легко доступна, її використання буде зростати швидкими темпами.

### ***Це цікаво***

Всередині Землі теплоти набагато більше, ніж можна було б добути її в ядерних реакторах при розщепленні всіх земних запасів урану й торію. Якщо людство використовуватиме тільки геотермальну енергію, мине 41 млн. років перш, ніж температура надр Землі знизиться тільки на півградуса.

### ***Подумайте і дайте відповідь***

1. Що таке геотермальна енергія?
2. Як люди використовують геотермальну енергію?
3. Де в Україні містяться найбільші поклади геотермальних вод?
4. У чому полягають переваги роботи геотермальних електростанцій?

### ***Сторінки історії***

Електричну енергію з використанням геотермального резервуару сухої пари вперше було отримано в 1904 році італійцем П. Джиноні Конті. Промислове освоєння геотермальних ресурсів почалося після створення і запуску в Італії у 1916 р. геотермальної електростанції потужністю 7,5 МВт із трьома турбінами фірми "Франко Тозі" потужністю по 2,5 МВт кожна. Перший резервуар гарячої води, використаний для виробництва електричної енергії, був створений у Новій Зеландії у 50-тих роках ХХ століття. Перша комерційна геотермальна електростанція в США почала виробляти електроенергію у 1960 р.

#### 4.12.1. Екологічно вигідно

Геотермальні електростанції викидають дуже мало сульфуру оксидів порівняно з тепловими станціями, що працюють на викопному паливі, і зовсім не викидають оксидів нітрогену. Викиди CO<sub>2</sub> на сучасних геотермальних станціях мінімальні або відсутні. Типова геотермальна станція продукує близько 0,45 кг CO<sub>2</sub> на МВттод; електростанція на природному газі - 464 кг; електростанція на нафті - 720 кг, а вугільна ТЕС - 819 кг CO<sub>2</sub> на МВт•»год.

Геотермальні установки потребують невеликих ділянок землі, набагато менших, ніж необхідні під енергетичні установки інших типів. Вони можуть розташовуватися практично на будь-яких землях, включаючи сільськогосподарські угіддя. До того ж буріння геотермальних свердловин набагато менше впливає на довкілля, ніж розробка будь-яких інших джерел енергії. Ландшафт поряд з геотермальною установкою не псують ні шахти, ні тунелі, ні гори відходів. Якби можна було використовувати лише 1 % геотермальної енергії Земної кори (глибина 10 км), ми б мали у своєму розпорядженні кількість енергії, що у 500 разів перевищує всі світові запаси нафти і газу. Сукупний світовий потенціал геотермальної енергії в земній корі на глибині до 10 км оцінюється в 18000 трлн. т у.п., що в 1700 разів більше від світових геологічних запасів органічного палива. На даний час в світі діють 233 геотермальні електростанції (ГеоТЕС) загальною потужністю 5136 МВт. Протягом найближчих років загальну потужність геотермальних електростанцій планується збільшити як мінімум на 40%. Річний технічно-досяжний енергетичний потенціал геотермальної енергії в Україні є еквівалентним 12 млн. т у.п., його використання дозволяє заощадити біля 10 млрд. м<sup>3</sup> природного газу.

## Розділ 5 Зміни клімату

### 5.1. Клімат та глобальне потепління

Клімат Землі постійно змінювався з моменту створення нашої планети. Це залежало від різноманітних геологічних та астрономічних явищ, таких як вулканічна активність та коливання орбіти Землі. Навіть зародження життя на планеті залежало від клімату. Зміни кліматичної системи відбувалися упродовж мільйонів років і відбуваються сьогодні. Але, за рахунок активної діяльності людини, характер та інтенсивність цих змін на відміну від багатомільйонної історії Землі носить небезпечний характер, ставлячи під загрозу саме існування людства на Землі.

Поняття „клімат” можна визначити так: клімат - це усереднений стан погодних умов, властивий певній місцевості упродовж тривалого періоду часу. Що ж насправді це означає і яка різниця між погодою та кліматом? Погода - це теперішній стан атмосферних умов, який може змінюватися упродовж короткого періоду часу: годин, днів, тижнів. Схожа погода може бути в різних куточках світу і в різних кліматичних зонах. Клімат же - це стабільний фактор, який характеризує особливості умов цілих регіонів. Клімат міняється дуже повільно - упродовж десятиріч та сторіч. Кліматичні характеристики певних регіонів не залежать від того, якою є сьогодні погода - дощить чи сонячно, дме вітер чи ні. Для визначення клімату нам необхідно підсумувати погодні умови за тривалий час, зазвичай 20-30 років, і визначити, яких днів було більше - дощових, хмарних чи сонячних. Потім визначається середня температура і аналізується, які температурні режими переважають - тобто, чи були дні переважно м'якими, теплими чи прохолодними. Ось таким чином ми визначаємо основні кліматичні характеристики, притаманні різним місцевостям і регіонам. Визначення кліматичних характеристик та спостереження за його змінами - це кропітка робота, яка вимагає залучення великої кількості висококваліфікованих фахівців та використання найсучасніших технологій.

Глобальне потепління - це прогресуюче загальнопланетарне підвищення температури, що зумовлене антропогенним парниковим ефектом і призводить до змін клімату у масштабах Землі. Хоч потепління і є глобальною усередненою тенденцією, але слід зазначити, що зміна температур відбувається нерівномірно в залежності від сезону та місцевості, більше того, місцями в деякі сезони клімат навіть стає холоднішим. Наприклад, за даними науковців, в Україні зими потеплішали значно більше, ніж літо.

Наукові дані незаперечні: клімат планети змінюється внаслідок глобального потепління спричиненого діяльністю людини.

#### *Це цікаво*

На  $1 \text{ км}^2$  поверхні Землі припадає середня потужність випромінювання Сонця рівна  $17 \times 10^4$  кВт, у той час як середня потужність використання первинних енергоресурсів рівна приблизно 19 кВт. Ці потужності значно, майже в  $10^4$  рази розрізняються між собою. Проте сумарна потужність всіх електростанцій світу -  $2 \times 10^9$  кВт вже співвідносна з потужністю багатьох явищ природи. Так, середня потужність повітряних течій на планеті становить  $(25-35) \times 10^9$  кВт середня потужність ураганів -  $(30-40) \times 10^9$  кВт. Сумарна потужність приливів рівна  $(2-5) \times 10^9$  кВт. Проводячи зіставлення потужностей, слід враховувати, що, окрім стаціонарних електростанцій, є велике число пересувних енергетичних установок. Наприклад, потужність всіх пасажирських літаків, що діють на планеті обчислюється не менше  $0,15 \times 10^9$  кВт, що дорівнює потужності всіх електростанцій країн пострадянського простору.

## 5.2. Планетарний клімат і парниковий ефект

Наші знання про ранню атмосферу Землі і відповідно про процеси, що привели до походження і природного розвитку парникового ефекту, ще далекі від повноти і досконалості. З огляду на перспективи глобальної зміни клімату ці питання сьогодні активно досліджуються науковцями всього світу.

Якщо подивитися в далеке минуле, виявляються часи, а точніше – епохи, коли Земля перетворювалася то на заледенілу кулю, що висить в космосі, то її атмосфера нагрівалася, як пекло. При цьому багато що вказує на те, що переходи між теплим і холодним станами планети були відносно швидкоплинні.

4,5 мільярда років назад Сонце було на 25% холодніше, ніж зараз. Проте на Землі був значний парниковий ефект, пов'язаний з великим вмістом карбону (IV) оксиду і водяної пари в атмосфері. Але в цілому, незважаючи на значні кліматичні зміни в різні історичні періоди, температура залишалася, загалом, на рівні, сприятливому для розвитку життя на Землі. Які механізми дозволяли підтримувати такий баланс, нам достовірно невідомо. Ученими лише визначено, що взаємодію геологічних і біологічних процесів забезпечувало переважне накопичення CO<sub>2</sub> в земній корі при відносному зниженні його вмісту в атмосфері.

Багато що говорить про те, що приблизно 770 мільйонів років назад Земля піддалася дуже різким кліматичним змінам з чотирма могутніми льодовиковими періодами, коли суша і Світовий океан були вкриті товстим шаром криги і снігу. У проміжках між льодовиковими періодами існували дуже активні періоди парникового ефекту, обумовлені різким зростанням вулканічної активності і відповідно збільшенням змісту CO<sub>2</sub> в атмосфері.

Коли після останнього екстремального льодовикового періоду, близько 549 мільйонів років назад клімат нарешті стабілізувався, почався бурхливий розвиток життя на Землі і передовсім – багатоклітинних організмів, що, зрештою, і призвело до тієї видової різноманітності, яку спостерігаємо сьогодні.

Протягом останнього мільйона років, за який маємо порівняно достовірні дані, льодовикові періоди спостерігалися з циклічністю приблизно в 100000 років і розділялися інтервалами потепління в 20000-50000 років. У даний час знаходимося саме в такому «теплому» інтервалі відносно стійкому в кліматичному відношенні періоді, що почався близько 10 000 років тому, а найближчий льодовиковий період настане не раніше, ніж через 5000 років. У геологічному масштабі часу це недовго, але з позиції тривалості людського життя такий термін є величезним.

Вважають, що останній глобальний льодовиковий період завершився саме таким стрибкоподібним переходом до потепління. Першопричини подібних процесів могли бути різними: коливання по відношенню до Сонця орбіти Землі або нахилу вісі її обертання, падіння дуже великих метеоритів або повсюдна активізація вулканічної діяльності. Ймовірно, що кожен з цих чинників мав свій вплив на температурний режим планети.

Все це свідчить про те, що планетарний клімат, навіть без людського втручання піддається хаотичним і достатньо різким змінам. Тому зміни клімату незалежно від причини їх виникнення є реальною загрозою для існування життя на Землі, яку необхідно приймати серйозно і враховувати при довготерміновому прогнозуванні та плануванні стратегії економічного і соціального розвитку конкретних регіонів, держав та зрештою і всього людства загалом.

### *Це цікаво*

- Приблизно третина сонячної енергії відбивається атмосферою Землі назад у космічний простір. Близько 0,02 % використовується рослинами для фотосинтезу, а інша йде на підтримку дуже багатьох природних процесів: обігріву земної поверхні, океанів і атмосфери, руху повітряних мас (вітер), хвиль, океанічних течій, випаровування і круговороту води. Решта, після проходження через різноманітні природні процеси, знову випромінюється в космічний простір.

- Висихання території, відомої сучасникам як пустеля Сахара, відбувалося в два етапи: перший – 6700 і наступний близько 4000 років тому.

- Приблизно 10000 років тому в період чергового відносного потепління відбулося переселення людей на північ, до Гренландії і Ісландії.

### 5.3. Наслідки змін клімату

#### Неконтрольований парниковий ефект

Якщо емісія парникових газів (ПГ) продовжуватиметься тими ж темпами, то різко зросте ризик значних змін в кліматичній системі Землі. За найгіршим сценарієм розвитку ми можемо зіткнутися з неконтрольованим парниковим ефектом, при якому відбудеться несподівано різке підвищення температури з не передбачуваними глобальними наслідками. Неконтрольований парниковий ефект може бути викликаний так званими механізмами позитивного зворотного зв'язку. Підвищення температури, викликане викидами парникових газів антропогенного походження, приведе до зменшення покритих снігом районів і об'єму льоду в морі в зимовий період. Коли поверхня Землі і моря стануть темнішими, то здатність відбивати сонячні промені знизиться, що приведе до більшого поглинання тепла і відповідно підвищення температури. Зростання температури приведе до танення снігу і льоду арктичної тундри, яке означає вивільнення великого об'єму CO<sub>2</sub> і метану, що у свою чергу ще більше посилює дію парникового ефекту.

Існування різних екосистем визначається, перш за все, кліматом. Життя пристосовується до певних природних, в тому числі і кліматичних, умов більш менш широкого діапазону. Якщо кліматична система зазнає істотної трансформації, або вона відбудеться дуже швидко, то деякі види будуть вимушені переміститися в інші райони, пристосуватися або загинути. Як на суші, так і в морі, витісняючи аборигенні форми життя, почнеться рух окремих видів флори і фауни з півдня на північ, з районів, що «нагрілися», в звичніше - холодні. Є види рослин і тварин, для яких навіть короточасні заморожування, посухи означають смерть. І чим інтенсивніше та швидше протікатиме потепління, тим більше екосистем опиняться під ударом.

Далеко не всі тварини і рослини зможуть вижити в умовах, що змінилися в результаті глобального потепління. Переможцями виявляться лише ті види, які швидше пристосовуються до змін, частіше розмножуються, займаючи при цьому великий ареал проживання, типовий для широкого спектру природних умов, а також ті, що вже зараз живуть поблизу від людини. Програють же ті види, які займають особливі вузькі еконіші в багатовидових екосистемах, наприклад, тропічного лісу.

Новий, четвертий звіт IPCC говорить, що підвищення температури до 2100 р. може складати, при надзвичайно екстремальних (оптимістичних і песимістичних) сценаріях, від 1,1°C до 6,4°C. Як найбільш вірогідними вважаються зміни температури в межах 1,8-4,0°C, якщо світ продовжуватиме і далі спалювати викопне паливо на тому ж рівні що і сьогодні. Наголошується, що перед промисловою революцією люди викидали дуже мало ПГ, а концентрація CO<sub>2</sub> в атмосфері налічувала близько 280 ppm. А завдяки переважно спалюванню викопного палива, землекористуванню і вирубці лісу, концентрація CO<sub>2</sub> в атмосфері вже досягла 379 ppm.

Науковці також прогнозують підвищення рівня морів, що загрожує низинам земної поверхні в світі, і зростання кількості і інтенсивності ураганів, тропічних штормів. Очікується, що активність тропічних циклонів за 21 сторіччя може зрости на 66%. Якщо у 2001 році експерти IPCC передбачали підвищення рівня морів у межах 9,88 см до 2100, щодо рівня в 1990 році, то згідно з новими даними - підвищення може сягнути від 18 до 59 см. А деякі дослідники передбачають можливість підняття рівня аж до 140 см. Зараз немає підстав вважати, що IPCC робить дуже песимістичні висновки, швидше за все - навпаки, Тому використовуємо в основному точку зору їх експертів, на думку яких, при збереженні сучасного рівня викидів карбону (IV) оксиду в атмосферу в XXI столітті його концентрація продовжить своє загрозливе зростання.

Глобальне потепління має негативний вплив як на природу, так і в не в меншій мірі на життя людей. Наслідки різкого глобального потепління принесуть значно більше жертв і можуть бути набагато гірші, хоч і менш шокуючі порівняно з наслідками інших екологічних катастроф.

Сьогодні ми не можемо спрогнозувати, що відбудеться з Землею і людством у найближчому майбутньому, якщо все пустити на самоплив, і це - жахливо. Немає ніякої упевненості в тому, що процес потепління йтиме поступово і ми встигнемо прийняти

адекватні превентивні заходи.

Чи встигнемо ми зупинитися в нашому руйнівному впливові на Землю і чи зможемо своєчасно пристосуватися до умов, що змінюються?

### **Підвищення рівня моря**

Підвищення рівня світового океану становить значну загрозу для узбережних зон континентів. Рівень світового океану залишався майже незмінним упродовж тривалого часу - від 3000 років тому назад і до 19 сторіччя. Незначні коливання рівня моря не перевищували 0,2 мм на рік. Проте у 20 сторіччі рівень моря став зростати у середньому на 1-2 мм на рік, а після 90-х років швидкість зростання досягла вже 3 мм на рік. В основному, підвищення рівня світового океану викликається збільшенням поверхневих водотоків, що зумовлено таненням снігів і криги в арктичних регіонах та високо у горах. Нагрів водної маси відбувається довше, ніж повітрям, особливо тих шарів, які лежать на великих глибинах. Це означає, що при відносно швидкому зростанні температури повітря загальне потепління водного середовища продовжуватиметься сторіччя. Більшості узбережних і острівних поселень, навіть невеликий підйом рівня моря загрожує затопленням. Особливо важкі наслідки таке підвищення буде мати для країн, що розвиваються, як наприклад, Бангладеш, де просто немає достатніх засобів на створення охоронних узбережних споруд.

Поки танення льодовиків і льоду на гірських вершинах має незначний вплив на підвищення рівня морів, то, ймовірно, протягом наступних 100 років ця тенденція збережеться за умови стабілізації вмісту CO<sub>2</sub> в атмосфері. Але якщо емісію парникових газів не вдасться утримати на відповідному рівні, то ситуація може змінитися на протилежну. У такому разі, за прогнозами, протягом наступного тисячоліття повністю розтане лід Гренландії, що вже само собою призведе до підняття рівня морів на 7 м. Але більшість учених дотримується тієї точки зору, що в досяжному майбутньому нам не загрожує інтенсивне танення антарктичних льодовиків та кригової шапки на Північному полюсі.

### **Дефіцит питної води**

У цілому, незважаючи на те, що деякі країни мають вдосталь води, світ вже зіткнувся із „водяною кризою”. У 80 країнах, в яких проживає 40% населення планети, люди постійно мають проблему нестачі питної води. З'являється жорстка конкуренція за водні ресурси між містами, що швидко ростуть, і сільськими поселеннями. У найгіршому стані знаходяться країни Центральної Африки та Близького Сходу. Подібна ситуація, крім того, є первинною причиною високої смертності при пологах, а також значно обмежує сільськогосподарські можливості цих регіонів.

### **Падіння врожайності**

Глобальне підвищення температури спричиняє зміщення кліматичних поясів. Теплі зони будуть розширюватися на північ. Усе це може мати численні наслідки. Регіони із родючими землями та помірним кліматом страждатимуть від посух та повеней, що негативно вплине на сільське господарство. Як наслідок - різке зниження врожайності сільськогосподарської продукції в багатьох країнах світу, громадяни яких вже і без того страждають з голоду, породженого бідністю і природними катаклізмами. А зараз вони стоять віч-на-віч з реальною загрозою голодної смерті. Глобальне потепління має негативний вплив і на інші системоутворюючі галузі національних економік. Потепління порушить нормальне функціонування екологічних систем, позначиться на природних ресурсах, санітарних та інших умовах життя, торкнеться багатьох елементів інфраструктури і може стати причиною соціальних і економічних потрясінь.

Проте північні регіони, де ґрунт менш пристосований до землеробства і вирощування більшості культур, можуть перетворитися на помірні зони із температурним режимом, придатним для вирощування продовольчих культур. У більшості північних регіонів земля наразі є вічною мерзлотою, але якщо вона почне танути, то з неї вивільниться в атмосферу величезна кількість метану. Зсув кліматичних поясів створює чудові умови для багатьох паразитів щодо розширення ареалів свого існування на території, де рослини є неадаптованими до них.

В цілому зміни у моделі планетарного клімату призведуть до зменшення обсягів виробництва продуктів харчування, та швидкого зростання цін на продукти харчування.

### **Захворюваність та міграції**

Глобальне потепління буде мати прямі наслідки для здоров'я людей. Коли виникає нестача води та їжі, люди стають більш вразливими для хвороб. Із підвищенням температури тропічні хвороби можуть поширюватися з комахами в ті регіони, де раніше вони не спостерігалися. Інші носії хвороб, такі як миші, пацюки також будуть розширювати ареал існування на території, де зовнішня температура буде прийнятною для них і, тим самим, дозволяти бактеріям й вірусам потрапляти у нові регіони, в яких люди є невідготтовленими до цих захворювань. Малярія, холера та хвороба Дайма поширюються на вищі широти та інші довготи. Так вже зафіксоване поширення малярії за межі тропіків і поширення її в країнах, у яких вона до цього не спостерігалася. Це стосується і України, зокрема її південних регіонів. Крім того, зміни клімату викликають масові евакуації та міграції людей внаслідок спустошуючих природних катаклізмів, виникнення загрози голоду на значних територіях внаслідок зменшення врожайності сільськогосподарських культур. Очікується, що у найближчому майбутньому рівень міграції людей, що тікатимуть від повеней, посух та голоду, буде постійно зростати.

Ці та багато інших негативних наслідків, глобального потепління ще чекають на нас. Можливо, ми навіть не здогадуємося про більшість з них та не можемо їх передбачити. Більше того, досить складно спрогнозувати, як і до якої міри проявляться ті чи інші наслідки і як саме вони вплинуть на різні регіони світу.

### **Морські течії**

Морські течії це невідомий чинник у процесах глобального потепління. Поза сумнівом, морські течії відіграють величезну роль у формуванні клімату Землі. Але, на жаль, щоб робити якісь більш менш достовірні довготривалі прогнози, ми дуже мало знаємо про їх реакцію на глобальне потепління або механізми їх впливу на глобальні процеси.

Є думка, що Гольфстрім підтримується природними гігантським «насосом» в районі на схід від Гренландії. Теплі води, які приносяться цією течією, в Норвезькому морі віддають величезну кількість тепла в атмосферу, змішуються з холодними водами Східногренландської течії, стають щільнішими і занурюються на глибину. Глибинні води з Норвезько-гренландського басейну перетікають через підводні пороги до Північної Атлантики, що викликає свого роду «всмоктування» нових водних мас з півдня. Якщо такий «насос» ослабне, то це призведе до відповідного ослаблення Гольфстріму. Є дані, що цей процес вже починається. А оскільки Гольфстрім відіграє ключову роль у формуванні м'якого клімату країн Північної Європи, то такий розвиток подій спричинить до значних його змін, що особливо позначиться на скандинавських країнах, де стане набагато холодніше.

## **5.4. Міжнародні аспекти проблеми зміни клімату**

Зростаюча загроза глобальних змін клімату з не передбачуваними для людства наслідками заставляє світову спільноту об'єднувати свої зусилля у напрямку пошуку реальних шляхів виходу з наймасштабнішої екологічної кризи.

Для оцінки майбутніх змін клімату планети Земля в 1988 році під егідою ООН і Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО) було створено Міжурядову групу експертів з питань зміни клімату – **International Panel on Climate Changes (IPCC)**, до складу якої увійшли представники 116 урядів, 13 міжурядових і 25 неурядових організацій. Чотири звіти IPCC про стан кліматичної системи планети, що підготовлені ученими-експертами країн учасниць в 1990, 1995, 2001 і 2007 роках, є визнаними практично всією світовою спільнотою як основоположні документи для ухвалення рішень на державних і міжнародних рівнях.

На конференції з проблем змін клімату, яка відбулася 2 лютого 2007 р. під егідою IPCC у Парижі, був оприлюднений 4-й звіт цієї міжнародної групи.

У цьому звіті вперше робоча кліматична група надала доповідь, в якій містяться наукові основи опису змін клімату. Цей звіт є результатом роботи 1200 експертів з проблем

змін клімату з 40 країн, які протягом шести років досліджували клімат за підтримки сотень експертів з 113 країн. У доповіді вказується, що, швидше за все, 2 лютого 2007 р. запам'ятається, як знаковий день, коли був знятий знак питання по дебатах на тему: чи веде людська діяльність до змін клімату. “Чіткі (неспростовані) дані – це ключове повідомлення цього звіту”, які підтверджують, що ті, хто має сумнів про роль людства в зміні клімату, “можуть більше не хехтувати очевидним”, оскільки з упевненістю на 90% можна стверджувати, що спалювання викопного палива і інша людська діяльність ведуть до змін клімату.

Стурбованість громадськості багатьох країн Світу з питань наявних змін у кліматі планети привела до того, що в 1992 році в Ріо-де-Жанейро на Всесвітньому саміті представниками 155 держав була підписана Рамкова конвенція ООН з питань зміну клімату (РКЗК). Після отримання 50-ої ратифікаційної грамоти вона набула чинності у березні 1994 року (на 2007 рік до неї приєдналася 191 країна – і це є наймасштабнішою Конвенцією ООН за кількістю приєднаних до неї країн). У 1995 році в Берліні було зібрано найвищий орган РКЗК – першу Конференцію країн – учасниць (ККУ). У ній взяли участь 117 країн-учасниць, 53 держави-спостерігачі.

Третє, дуже важливе за визначенням всієї Світової спільноти засідання ККУ, відбулося 01-12 грудня 1997 року в м. Кіото (Японія). Тоді був прийнятий, так званий, Кіотський протокол до РКЗК, “з метою заохочення сталого розвитку”. Для країн-учасниць РКЗК було встановлено кількісні зобов'язання по обмеженню і скороченню викидів парникових газів (ПГ). Ці зобов'язання повинні відповідати національним соціально-економічним умовам цих країн. У 2007 році Кіотський протокол ратифікували 175 країн світу. Серед них є 36 розвинутих країни, від яких вимагається зниження рівня викидів парникових газів їх промисловими підприємствами, тоді як країни, що розвиваються, зобов'язуються проводити моніторинг власних викидів та звітуватися про них.

Україна, як сторона РКЗК 1996 року, ратифікувала цей протокол 04 лютого 2004 року. Ратифікація Росією протоколу (16.02.2005 року) вирішила питання про набуття ним чинності.

Згідно з Кіотським протоколом в період дії першого відповідального періоду цих зобов'язань – з 2008 по 2012 рік економічно розвинені країни-учасниці мають забезпечити умови, при яких їх сукупні антропогенні викиди парникових газів в еквіваленті карбону (IV) оксиду не перевищать встановлених для них норм і приведуть до скорочення щонайменше на 5% загальних викидів порівняно з рівнем 1990 року.

У Кіотському протоколі було передбачено три механізми, які повинні забезпечити скорочення викидів ПГ:

- **Проекту спільного впровадження (СВ) (Joint Implementation (JI)** – проекторно орієнтований механізм передачі одиниць скорочення викидів іноземному інвесторові країни із списку Додатку 1 Кіотського протоколу. Цей механізм дозволяє заявляти своє право країни, в якій реалізується проект СВ, і передавати одиниці скорочення викидів (ОСВ) - Emission Reduction Units (ERUs) іноземному інвесторові, який бере участь у фінансуванні цього проекту. Проект може бути будь-якого спрямування, проте в числі результатів його впровадження обов'язково повинно визначатися зниження викидів ПГ, так звана умова “додаткованості”;

- **Механізм чистого розвитку (Clean Development Mechanism (CDM)** – аналогічний механізму сумісного здійснення, участь у ньому передбачено для країн із списку Додатку 2 Кіотського протоколу, в який входять країни, що розвиваються;

- **(Implementational Emissions Trading of Emission Trading Scheme (ETS)** - механізм передачі надмірних одиниць встановленої кількості викидів ПГ від однієї країни до іншої на обмін фінансування або інші економічні вигоди. Право на продаж одиниць встановленої кількості належить державі, яка є стороною РКЗК. Передбачається також право підприємств в торгівлі викидами, якщо усередині країни здійснений розподіл квот на викиди ПГ, що може дозволити приватним компаніям вести міжнародну торгівлю дозволеними квотами з метою викидання ними національних зобов'язань.

Кіотський протокол – це перша, але далеко не остання, спроба зробити якісну і



кількісну оцінку можливостей різних країн по поліпшенню екологічної та загальної кліматичної ситуації, використовуючи механізми міжнародного права і взаємовигідної співпраці. Вже зараз світова спільнота обговорює можливі подальші міжнародні угоди з умовною назвою “після 2012 року” – що буде після закінчення дії вищезгаданого протоколу, які треба знайти важелі й механізми для поліпшення екологічної та кліматичної ситуації в світі й забезпечення сталого розвитку країн світу.

Першим кроком на цьому шляху стала конференція ООН з проблем зміни клімату, що проходила в грудні 2007 року на індонезійському острові Балі. Конференція відбувалася в атмосфері жорстоких і затяжних дискусій, засідання делегатів не припинялися навіть уночі.

На Балійській конференції була укладена “дорожня карта” – план нових переговорів по боротьбі з глобальним потеплінням. “Дорожня карта” передбачає скорочення вирубки лісів, передачу екологічно чистих технологій країнам, що розвиваються, а також надання їм допомоги в боротьбі проти негативних наслідків глобального потепління, зокрема повеней і зниження врожайності земель, викликаних змінами клімату. У продовження цього процесу, 07-18 грудня 2009 року, в Копенгагені проходила 15-а конференція сторін Рамкової конвенції ООН зі зміни клімату, у якій взяли участь представники 194 держави. Учасникам Міжнародної конференції ООН у Копенгагені вдалося досягти мінімального консенсусу. У документі “Копенгагенський Акорд”, розробленому в останні години роботи саміту, записано, що не можна допустити підвищення температури на планеті більше, ніж на 2°C. Однак у заяві, яка не має жодної юридичної сили, не прописано, яким чином досягається така мета.

Домовленість, до якої зуміли прийти, передбачає прийняття всіма країнами у 2010 році зобов’язань щодо скорочення викидів у атмосферу ПГ з метою обмежити зростання температури на планеті 2°C. Прийнято рішення виділити близько 30 млрд доларів країнам, що розвиваються, на боротьбу зі змінами клімату. В офіційній позиції Уряду України пропонується взяти зобов’язання на рівні – 20 % від 1990 року до 2020 року. На сьогодні викиди ПГ в Україні складають лише 45 % від рівня 1990 року. Відповідно, оголошене Україною зобов’язання фактично передбачає зростання викидів ПГ на 70% від сьогоднішнього рівня.

Багато країн завдяки як роботі уряду, так і через громадські ініціативи, розпочали заходи, покликані сповільнити зміни клімату. Через освітні програми у школах, поширення інформації у ЗМІ сьогодні люди можуть дізнатися набагато більше про глобальне потепління – набагато більше, ніж їм було відомо раніше. Головне, що ви маєте запам’ятати – це те, що, якщо об’єднаємо зусилля, то зможемо подолати зміни клімату. І кожен, навіть найменший, внесок, що ви зробите у охорону довкілля, стане кроком назустріч порятунку нашої планети.

### *Для обговорення*

- Чому, на Вашу думку, процес виникнення негативних наслідків викидів парникових газів зайняв так багато часу?
- Що є основною метою Кіотського протоколу?
- Чому так важливо досягти нової угоди, яка має наслідувати Кіотську?
- Чому найбільшими забруднювачами повітря парниковими газами є США, Китай, Росія та ЄС?

## **Розділ 6**

### **Методи ощадного використання енергії**

#### **6.1. Основні принципи енергозбереження**

Енергія надає людині важливі "послуги" у вигляді тепла для обігрівання і приготування їжі, забезпечує роботу промисловості й транспорту. Ви вже знаєте, що для отримання цієї енергії необхідне паливо - нафта, газ, вугілля, ядерне паливо, дрова й інші первинні джерела (сонце, вітер, вода). Для того, щоб одержати цю енергію, необхідне спеціальне устаткування наприклад, печі, турбіни або двигуни та ін.

Використовуючи різні джерела енергії та технології, ми будемо досягати різного корисного ефекту, оскільки значна кількість первинної енергії витрачається марно через недосконалу конструкцію та низьку ефективність експлуатації обладнання. Для зменшення втрат енергії при її перетворенні й зниженні негативного впливу її споживання на довкілля потрібно застосовувати передові знання з техніки, соціології та природничих наук.

Ми знаємо, навіть на прикладі простих фізичних дослідів, що енергія не виникає з нічого і не зникає в нікуди, а використану енергію не повернути. Отже, потрібно намагатися не витрачати енергію марно, бо запаси енергоносіїв на Землі обмежені.

Прагнучи поліпшити життєві умови і знизити вплив на навколишнє середовище, люди постійно шукають нові методи і технології. Тому для досягнення корисного ефекту ми повинні якомога повніше використовувати енергію і звести до мінімуму непродуктивні її витрати. Це, передусім: усунення витоків теплого повітря з помешкання, використання енергоефективних електроламп, економія гарячої води та багато іншого.

Якщо ми можемо послуговатися енергією низької якості (тепло), не слід витрачати енергію високої якості (електричну енергію). Це повинно зрозуміти усе суспільство. У процес формування екологічного світосприйняття кожного громадянина, створення нового способу життя повинні широко залучатися науковці, політики і громадськість. Організація суспільства, закони природи й економічні важелі повинні сприяти енергоефективності, збереженню корисних копалин, скажімо, шляхом вторинної переробки матеріалів, розвитку громадського транспорту тощо.

- Енергоефективність – найдешевше і екологічно чисте джерело енергії.
- Ефективно використовувати енергію (принцип перший).
- Застосовувати джерела енергії нижчої якості (принцип другий).

#### **6.2. Одержати більше з меншими витратами**

Якщо добре подумати, можна знайти дуже багато способів економії енергії. Зберігати енергію може кожен з нас без зайвих зусиль практично всюди. Адже це не вимагає додаткових витрат і залежить винятково від нашої поведінки. Скажімо, вашій родині потрібний новий холодильник. Енергоспоживання двох зовні однакових моделей з однаковими функціональними можливостями може значно відрізнятись. Вибравши більш енергоефективний, ви будете щороку, допоки цей холодильник вам служитиме, заощаджувати енергію, а значить, економити власні кошти. Так і з іншими речами, якими користуємося в побуті. Часто проблему енергозбереження неможливо вирішити зусиллями однієї людини, тому що певні рішення повинні узгоджуватися багатьма людьми. Так, наприклад, опалення квартири в містах забезпечується централізовано з районної тепломережі. Як споживач тепла та енергії, кожний житель району має право голосу при прийнятті рішення щодо роботи та вдосконалення системи тепlopостачання. Але кожен з нас має усвідомлювати, що для цього слід залучити багато служб і чимало коштів.

Всі ми щодня маємо справу з енергією, отже, можемо брати участь у процесі удосконалення її використання на своєму рівні.

### 6.3. Енергозбереження на практиці

Прагнучи до енергозбереження, ми розглядаємо різні види застосування енергії з корисною метою. Ми досліджуємо можливості одержання того ж результату з меншою витратою енергії, меншими втратами її якості, з оптимальним використанням відновлюваних джерел енергії. Дати вичерпний список рекомендацій щодо цього неможливо, оскільки у кожному конкретному випадку варто обирати енергозберігаючі заходи індивідуально.

Разом з тим ми повинні пам'ятати, що набагато легше зберегти, або ще краще максимально ефективно використати одну одиницю енергії, ніж виробити нову. Зберігаючи енергію в будинку, ми одночасно зменшуємо втрати енергії на її виробництво і транспортування. Нарешті, ми також знижуємо вплив на навколишнє середовище.

#### 6.3.1. Обігрівання приміщень

Ми живемо в прохолодному кліматі і тому змушені вишукувати штучні методи збереження тепла. Узимку, виходячи на вулицю, вдягаємо теплий одяг. А як бути з приміщеннями? Їх обігрівання стало дорогим. Діючі обігрівальні системи створювалися, коли ціни на енергію були низькими і ефективності використання тепла не надавали значення. Сьогодні на опалення приміщень витрачається четверта частина палива, що споживається в країні, при цьому 80% іде на обігрівання житлових будинків.

Проблема енергозбереження полягає не тільки в тому, щоб запобігти втратам тепла, що надійшло в будинки, а і як доставити достатньо теплоти кінцевому споживачеві з мінімальними втратами. Українські стандарти передбачають комфортну температуру всередині приміщень не нижче 18-20°C. В Україні велика кількість будинків старої забудови мають дуже низьку енергоефективність та недосконалі тепломережі. Це створює низку економічних і технічних проблем, що значно утруднюють підтримання комфортної температури в житлових приміщеннях.

Отже, потрібна постійна подача додаткової теплоти для компенсації її втрат.

У наших будинках тепло втрачається за рахунок:

- **конвекції**. Це - протяг або вентиляція, у результаті чого тепле повітря виходить, а надходить холодне;

- **теплопровідності**. Це - передача тепла від теплих внутрішніх поверхонь приміщення до холодних зовнішніх.

Є безліч способів запобігти втратам тепла в житловому приміщенні. У нових будинках можна істотно знизити потреби в опаленні, застосувавши регулятори подання тепла. Для вікон і дверей потрібно застосувати утеплення, що утруднює проникнення теплоти через шпарини. До того ж необхідно уникати протягів. Система вентиляції має бути побудована у такий спосіб, щоб свіже повітря, що надходить у систему вентиляції, нагрівалося тим повітрям, що виходить з будинку. Бажано, щоб втрати теплоти не перевищували теплових надходжень від різноманітних процесів у будинку. Джерелами таких теплових надходжень є люди, освітлювальні прилади, а також різне устаткування.

#### **Чи знаєте ви що...**

- на втрати тепла через стіни припадає від 10 до 30 % усіх втрат тепла в квартирі і 30-50 % усіх втрат в будинку. Отже, теплоізоляція стін і покрівлі зменшить втрати тепла, а витрати на це компенсуються заощадженням енергії.

- найбільшу кількість кисню виділяють середньовікові насадження (від 30 до 60-80 років). Наприклад, соснові насадження виділяють в рік 10,9 т/га кисню, березові – 10,8 т/га, осикові – 9,7 т/га.

- електричні прилади частіше перегорять у момент їх увімкнення та вимкнення. Для продовження терміну служби приладів вам краще не вимикати їх, якщо знаєте, що незабаром треба буде знову ними користуватися.

- телевізори й інші прилади, що мають функцію “stand-by” споживають електроенергію, навіть якщо вони не працюють. Для повного відключення вночі використовуйте кнопку вимкнення, щоб зберегти енергію і знизити небезпеку пожежі.

- світлі стіни відбивають 70-80 % світла, у той час як темні – тільки 10-15 %.
- заощадити електроенергію на освітлення можна, якщо частіше мити вікна і розсувати удень фіранки.

### ***Що можна зробити***

Сучасні будинки зазвичай побудовані без достатнього врахування того, скільки енергії необхідно для підтримання задовільної температури в приміщенні. Традиційне утеплення стін, підлоги і даху неефективні, тому що їх або роблять з матеріалів, які добре проводять тепло, або утеплюючі шари недостатньо товсті. Найчастіше в стінах будинків утворюються "мости холоду" - погано утеплені місця, через які теплота виходить.

Поліпшити утеплення будівлі - важка і, як правило, дуже дорога праця. Доклавши певних зусиль в утепленні приміщень та вікон, ми могли б заощадити теплову енергію в своєму будинку. Фахівці підраховали, що звичайними заходами можна зменшити втрати тепла на 5-10 %.

### **6.3.2. Потенціал енергозбереження в системах тепло- та гарячого водопостачання**

Щоб нагріти воду, необхідно багато енергії. У більшості багатоквартирних будинків в Україні користування гарячою водою раніше було майже безкоштовним, і тому рівень її споживання був вищий, ніж в інших європейських країнах. Дані про витрати гарячої води свідчать, що одна людина в Україні витрачає її значно більше ніж, наприклад, у Норвегії. Тепер вартість гарячої води, що надходить у наші квартири, подорожчала, і люди почали ощадливіше ставитися до її використання. Все більше людей розуміє необхідність встановлення лічильників витрат гарячої і холодної води. У тих квартирах, де є лічильники, витрати гарячої води зменшилися, а сплата за використання гарячої води знизилася для мешканців майже вдвічі.

Найбільша частина гарячої води витрачається на обігрівання приміщень, особливо в будинках з централізованими системами опалення. Ми не можемо вплинути на втрати тепла при його транспортуванні від теплогенеруючої станції до будинку, але в будинку ми цілком можемо значно зменшити наші витрати на опалення через підвищення ефективності використання тепла, що надійшло до нас. Найбільш простим та ефективним способом є встановлення радіаторних терморегуляторів, що дозволяють регулювати надходження дорогого тепла з системи опалення в залежності від температурного режиму на зовні та особливостей мікроклімату в приміщенні.

Найбільш сучасні терморегулятори (з газоконденсатними термоелементами) дозволяють це робити без втручання людини.

Принцип дії радіаторного терморегулятора полягає в наступному: при підвищенні температури збільшується тиск газу у термоелементі й прикривається клапан.

Подача теплоносія до радіатора зменшується, а температура в приміщенні залишається постійною.

Коли знижується температура, то об'єм газу в термоелементі зменшується, що викликає відкривання клапана. До радіатора надходить більше теплоносія, забезпечуючи стабільність температури повітря. Кошти, витрачені на встановлення радіаторних терморегуляторів, окуповуються двічі: підвищується економія теплової енергії та поліпшується мікроклімат у приміщеннях.

Встановлення радіаторних терморегуляторів дає змогу підтримувати різну температуру у різних приміщеннях та у різний час доби. Так, наприклад, зниження температури у нічний час лише на 1°C обумовлює зменшення споживання тепла на 5...8% протягом відповідного часу.

Оснащення опалювальної системи радіаторними терморегуляторами дає змогу заощадити близько 20% енергії, що споживається, залежно від типу будівлі та параметрів опалювальної системи. При великій площі опалення, як, наприклад, школи, це дає суттєву економію, яка може обчислюватися десятками тисяч гривень за опалювальний сезон.

Значні об'єми гарячої води ми витрачаємо, користуючись душем, миючи посуд.

Гаряча вода також використовується для умивання, прибирання, прання. Ці процеси теж можна удосконалити з огляду енергоспоживання.

Більшість посудомийних і пральних машин, звичайно, самостійно нагріває воду за допомогою електронагрівачів. З огляду на різну енергоефективність цих пристроїв загальними рекомендаціями при їх виборі є:

- обирайте пральні машини, які за один цикл використовують не більше 50 літрів води;
- посудомийні машини мають використовувати на одне завантаження не більше 15 літрів води.

Змінювати старі звички важко, але вам треба реально оцінити споживання гарячої води і з'ясувати, чи є можливість її заощаджувати. Окрім описаних вище, є багато інших способів економії гарячої води. Трохи зусиль з вашого боку - і мета буде досягнута!

### **6.3.3. Енергетичне маркування**

Раціональне використання енергії є одним з найбільш доступних та низько затратних шляхів підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів і зниження рівня техногенного впливу на довкілля. Людина з року в рік все більше залежить від різноманітних приладів і пристроїв що допомагають їй у побуті, роботі, полегшують життя. Більшість з них живиться електричним струмом. Але часто пристрої що здійснюють одні і ті ж функції можуть споживати різну кількість енергії для виконання одного і того ж обсягу роботи. Тобто вони мають різну енергетичну ефективність. Споживачі мають знати ступінь ефективності використання енергії у приладах, які вони використовують. З цією метою у провідних країнах світу було розроблене енергетичне маркування, яке надає нам точну інформацію про фактичні обсяги споживання енергії різними приладами.

Завдяки енергетичному маркуванню ми можемо обирати пристрої та обладнання, яке споживає менше енергії і таким чином можемо заощаджувати власні кошти за рахунок зменшення оплати за споживання енергії, захищати природу від викидів шкідливих речовин, у тому числі парникових газів у атмосферу, за рахунок зниження загального рівня енергоспоживання. В розвинутих країнах активне застосування енергетичного маркування активно використовується вже понад 15 років. На початку енергетичне маркування застосовувалося для означення енергоспоживання електроприладів, яке визначається за стандартних для кожного виду виробів умов. Поступово практика енергетичного маркування була поширена на інші пристрої, та навіть будинки. Сьогодні, з огляду на проблему глобального потепління та необхідності зменшення викидів парникових газів розроблена система маркування, що дозволяє оцінити та порівняти рівні викидів парникових газів будинками, машинами, двигунами внутрішнього згорання та іншими пристроями, де використовуються технології, що прямо чи опосередковано сприяють викидам парникових газів в атмосферу. Це сприяє використанню найбільш ефективних та кліматично дружніх технологій не тільки у побуті а й у виробництві, сприяє екологізації свідомості окремих громадян, політики та стратегії розвитку цілих галузей народного господарства та держав. В Україні впровадження енергетичного маркування почалося з середини 90-х років минулого століття. Найважливішими кроками у вирішенні цього питання є затвердження у травні 2008 року Технічного регламенту з енергетичного маркування електрообладнання побутового призначення. Регламент розроблено з урахуванням Директиви Ради 92/75/ЄЕС від 22 вересня 1992 року про вказування за допомогою маркування та зазначення стандартної інформації про товар обсягів споживання енергії та інших ресурсів побутовими електроприладами. Відповідно до нього в Україні заборонено введення в обіг електрообладнання побутового призначення без енергетичного маркування.

### **Особливості енергетичного маркування**

Енергетичне маркування - подання споживачам інформації про рівень ефективності споживання електрообладнанням енергії та інших ресурсів, а також додаткової інформації шляхом прикріплення (нанесення) енергетичної етикетки. Енергетичне маркування забезпечується нанесенням на упаковку енергетичної етикетки - картки встановленої форми,

яка містить інформацію про рівень ефективності споживання електрообладнанням енергії та інших ресурсів (клас та показники енергетичної ефективності), а також додаткову інформацію. Наприклад, до етикетки може бути розміщений додаток, так звана маркувальна енергетична смужка (МЕС), що містить гарантовані виробником показники енергетичної ефективності електрообладнання побутового призначення та інші необхідні додаткові відомості. Якщо етикетка не друкується на упаковці, а розташовується або прикріплюється окремо на упаковку, вона має бути кольоровою. У випадку використання чорно-білої версії етикетки, друк і фон можуть бути будь-якого кольору, що зберігає розбірливість ярлика. Зокрема, для ламп інформаційна енергетична етикетка виглядає наступним чином.

На ній, для надання споживачеві повної інформації про енергетичну ефективність виробу, має бути вказані наступна інформація:

I - Клас енергетичної ефективності лампи, Буква-вказівник розміщується на тому самому рівні, що і відповідна стрілка.

II - Світловий потік лампи в люменах,

III - Споживана потужність (Ватт) лампи,

IV - Середня тривалість використання лампи в годинах. Використовуючи енергетичне маркування кожен з нас може доволі швидко розібратися у характеристиках будь-якої побутової техніки, пристрою чи автомобіля щодо споживання енергії та інших важливих з точки зору охорони довкілля характеристиках та обирати найбільш енергоефективні й безпечні пристрої. Таким простим чином ми економимо власні кошти та робимо свій дієвий внесок у захист довкілля від забруднення та боротьбу з глобальним потеплінням.

#### **6.3.4. Освітлення**

Людям для існування потрібне світло. Понад 95% інформації про оточення людина отримує завдяки зору, ефективність якого повністю залежить від якості освітлення. За свою історію людство використовувало для освітлення все, що може горіти. Після винаходу ламп розжарювання і впровадження електромереж електричне світло виявилось найкращим способом штучного освітлення. Тому не дивно, що штучне освітлення віддавна є важливим чинником цивілізаційного процесу. Штучне освітлення - це передусім комфорт та безпека людей на робочому місці, у темну пору доби, а також потужний інструмент впливу на естетичне сприйняття оточуючого середовища. Освітлення - це одне з тих застосувань енергії, де дійсно варто використовувати високоякісну енергію електрики.

Постійно зростаючі потреби в освітленні вимагають збільшення обсягів виробництва електроенергії, що в свою чергу потребує додаткових капіталовкладень для створення нових потужностей з виробництва електроенергії, добування паливних копалин та утилізації відходів. В Україні для освітлення витрачається понад 32 млрд. кВт\*год. електроенергії, що складає близько 30% загального обсягу її споживання. Питома вага витрат електроенергії в Україні на освітлення практично у 2-2,5 рази вища, ніж у розвинених країнах. Це зумовлено використанням у світильниках малоефективних джерел світла (ламп розжарювання, люмінесцентних ламп старого зразка, ртутних ламп високого тиску), експлуатацією старих, фізично зношених світильників з неприпустимо низькими характеристиками відбивачів і розсіювачів (ККД на рівні 25-40%), відсутність систем регулювання освітлення. Тому підвищення енергоефективності систем освітлення є одним з пріоритетів енергетичної політики та дієвим механізмом економії електроенергії, що витрачається на освітлення.

Поширена до сьогодні в Україні технологія освітлення базувалася на використанні різноманітних ламп розжарювання. Вона має низьку ефективність - лише 5-7% електроенергії, яка споживається лампою розжарювання, перетворюється на світло, решта трансформується в тепло та інші види випромінювання. Альтернативою лампам розжарювання за останні 10 років стали компактні люмінесцентні лампи, енергетична ефективність яких у 2,5-3 рази вища, а середня тривалість роботи складає 10000 год. Слід пам'ятати, що компактні флуоресцентні лампи містять пари ртуті і вимагають спеціальної утилізації. Досягнення в галузі оптоелектроніки сприяли створенню джерел світла на основі твердотільних світлодіодів.

### ***Що можна зробити***

Економне використання освітлення полягає у відповідності потреб у освітленні і освітлювальної техніки. Багатолампова люстра на стелі забезпечує освітлення всього приміщення, але призводить до небажаного утворення тіні при роботі за письмовим столом, швейною машиною, у куточку з іграшками. Цілеспрямоване місцеве освітлення, незважаючи на меншу потужність ламп, забезпечить кращу освітлюваність.

### ***Звичайні заходи***

- Вимикайте світло, коли воно не потрібне.
- Використовуйте енергоефективні лампочки. Тієї енергії, що ви колись витрачали для однієї лампочки, буде досить для п'яти нових енергозберігаючих ламп.
- Іноді краще змінити світильник, ніж встановлювати додаткове освітлення.
- Дайте доступ денному світлу – розсуньте жалюзі.
- Частіше витирайте порох з лампочок і плафонів.

## **6.3.5. Автомобіль**

Автомобіль, який почав своє існування на початку ХХ століття, сьогодні став доступним товаром. Ріст автомобільної промисловості призвів до необхідності будівництва хороших доріг, що також потребувало використання енергоресурсів. Загальне збільшення швидкостей також вимагало розроблення нових потужних двигунів і більших витрат палива. В розвинутих країнах багато родин мають по 2 машини.

Автомобілі стали робочим засобом, і попит на них продовжує збільшуватися. Мільйони легкових автомобілів і вантажівок щодня мчать дорогами нашої планети, відвозячи нас на роботу, на відпочинок, доставляючи нам продукти харчування, будівельні матеріали і багато чого іншого.

Однак, незважаючи на незаперечні переваги, транспорт досить відчутно впливає на довкілля. Він дає близько половини шкідливих викидів в атмосферу. Вони складаються з вихлопних газів, продуктів зносу механічних частин, покришок і дорожнього покриття. Але зараз зростає інтерес до розробки електромобілів, до використання біопалива в двигунах вантажівок і автобусів тощо.

Уявіть собі, що ви збираєтеся відвідати друга, що живе за 50 кілометрів від вас. Щоб дістатися до нього, потрібно витратити енергію, її кількість залежить від способу пересування. Якщо ви спортивна людина й умови дозволяють, то можна подолати цей шлях на велосипеді. Вашому тілу буде потрібний 1 кВт\*год енергії у формі їжі.

На зворотному шляху ви, можливо, вирішите сісти на автобус. Ваша частка в споживанні пального автобусом складе близько 1 літра пального, що відповідає 10 кВт\*год. Якщо замість цього ви поїдете самі на машині, споживання пального складе 5 літрів, або близько 50 кВт\*год.

Способи пересування, описані в цьому прикладі, відрізняються різною кількістю енергії, необхідної для досягнення того самого результату (подолати відстань у 50 км) та негативними наслідками для довкілля.

За однакового способу пересування можливі суттєві розходження в енергоспоживанні. У той час, як звичайний автомобіль витрачає 10 літрів пального на 100 км, невеличка сучасна машина витрачає всього 3 літри на ту саму відстань.

### ***Що можна зробити***

Автомобіль і літак - найбільш енергоємні засоби пересування. Усі види громадського транспорту - потяг, трамвай і метро - є найефективнішими методами пересування з огляду витрачання енергії. Сьогодні тільки в Києві нараховують більше 1 млн. автомобілів і щороку їхня кількість стрімко зростає.

Для суспільства, що прагне до енергозбереження, важливо розвивати громадський транспорт і зробити його привабливою альтернативою.

22 вересня на нашій планеті є Всесвітнім днем без машин. День без машин вперше був проведений в Парижі 1998 року. 22 вересня небайдужі до захисту довкілля люди

залишають власне авто на стоянці чи в гаражі і таким чином власним прикладом закликають інших узяти участь у цій всесвітній акції. Мета акції хоча б на один день зменшити рівень концентрації вихлопних газів у міському повітрі, знизити рівень шуму на вулицях та продемонструвати можливість сталого розвитку суспільства.

#### **6.4. Енергозбереження на муніципальному рівні**

Економити енергію можна на всьому ланцюжку перетворення енергії, починаючи від видобутку палива і закінчуючи споживанням на побутовому рівні, тобто нами. Всі ми знаємо, що економне використання енергії навіть вдома чи в школі здатне зекономити величезну кількість палива. Але ще більший потенціал енергозбереження має система теплопостачання. В Україні у більшості міст теплопостачання здійснюється централізовано. Недосконалі конструкції систем розподілення та слабка теплоізоляція труб призводять до того, що на шляху від джерела тепла (котельня, тощо) до споживача втрачається близько 30% енергії. Щоб підтримувати температуру в приміщеннях на належному рівні необхідно витратити додаткові ресурси. А відтак підвищується вартість спожитої енергії. При належній теплоізоляції і вдосконаленні комунікаційних систем розподілу, теплових мереж ці втрати складатимуть 3-5 %.

Неефективні системи теплопостачання не без підстав вважаються одним з серйозних джерел викиду парникових газів, що спричиняють глобальне потепління. Проблема настільки серйозна, що світовій громадськості треба докласти ще чимало зусиль, аби її подолати. Одним з шляхів її вирішення є створення енергосервісних компаній (ЕСКО). Це всесвітньо відомий тип компаній, що пропонують найбільш ефективні технології використання енергетичних ресурсів на місцевому рівні і безпосередньо зацікавлені у розширенні енергозберігаючої діяльності. У 2008 році в Україні завершився пілотний проект Програми розвитку ООН та Глобального екологічного фонду "Пом'якшення зміни клімату в Україні шляхом підвищення енергоефективності систем централізованого теплопостачання у м. Рівне".

Основне спрямування проекту - це пошук і розширення можливостей для реалізації заходів з підвищення енергоефективності на місцевому та регіональному рівнях.

У рамках реалізації проекту було створено першу в Україні комунальну енерго сервісну компанію м. Рівне ("ЕСКО-Рівне"). Найперспективнішими напрямками діяльності ЕСКО є модернізація існуючої системи виробництва та подачі тепла і гарячої води з метою зменшення викидів парникових газів та скорочення споживання паливних ресурсів, підвищення обізнаності населення щодо необхідності збереження енергії в усіх її видах, встановлення систем, які одночасно вироблятимуть і теплову, і електричну енергію. Ще одним заходом з енергозбереження є регулювання теплопостачання за графіком в будівлях, де працюють з фіксованим робочим часом (таких, як школа). Знижуючи температуру у приміщеннях у неробочий час навіть на декілька градусів, можна заощадити протягом року майже 20 % теплової енергії. Наприклад, тільки модернізація системи опалення в одній з пілотних шкіл дозволила зекономити близько 60000 м<sup>3</sup> газу та запобігти викиду в атмосферу значної кількості карбону (IV) оксиду щорічно. Оптимізація споживання енергії за рахунок використання сучасного енергогенеруючого обладнання також дозволить уникнути втрат, пов'язаних з передачею та розподілом електроенергії від віддалених електростанцій.

#### **6.5. Споживання і вторинна переробка**

В Україні найбільшу частку енергії споживає промисловість. Те, що вона продукує, використовується іншими підприємствами для виробництва товарів, які споживає населення або експортують за кордон.

##### ***Що можна зробити***

Існує кілька способів знизити витрати енергії в промисловості. Один з них - перехід на випуск менш енергоємної продукції. Віконні рами можуть вироблятися з алюмінію або з дерева. Який з варіантів більш енергоємний?

Іноді можна не купувати нову річ, полагодивши стару. Найбільш енергоефективним рішенням є використання наявних речей.



### 6.5.1. Проблема твердих побутових відходів

Кожна людина за рік залишає від 200 до 1000 кг твердих побутових відходів. В Україні щорічно накопичується близько 37 мільйонів кубометрів твердих побутових відходів (ТПВ). На сьогодні їхня загальна кількість складає 27 млрд. тонн. Вони займають площу 160 тис. гектарів. Якщо уявити, що ми рівномірно розподілили все сміття по площі нашої країни, то на кожний квадратний кілометр України припаде 45 тис. тонн цього "добра", з яких 7 тис. тонн - особливо небезпечні, отруйні речовини. Що робити з цими відходами? Поки що більшість питань залишається без відповідей. Але чимало цих відходів може бути перероблено.

### 6.5.2. Вторинна переробка

Важко розв'язувана проблема сміття безпосередньо стосується енергозбереження. Особливо гостро вона стоїть у містах, де люди не замислюються над тим, що вони поспішають викинути у відро із сміттям. Адже якщо річ стала непридатною для використання, існує можливість застосовувати ті матеріали, з яких вона зроблена. Вторинне використання багатьох матеріалів є відмінним способом зменшення засмічення і заощадження енергії. Виробництво металів усіх видів є дуже енергоємним, але їхня вторинна переробка може бути здійснена з набагато меншими витратами енергії. Ви можете переробити 20 кг алюмінію, витративши ту ж кількість енергії, яка потрібна для виробництва 1 кг алюмінію.

У світовій практиці існують три основні способи утилізації ТПВ:

- *пряме спалювання на сміттєспалювальних заводах;*
- *компостування;*
- *захоронення на звалищах та полігонах.*

Нині у багатьох країнах світу захоронення ТПВ на спеціальних полігонах вважається найекономічнішим способом їх знешкодження, і вони переважно вивозяться на звалища та полігони. Якщо найкращі для навколишнього середовища альтернативи (вторинне використання і переробка) нереальні, то можна розглянути можливість спалювання відходів з метою виробництва тепла.

Спалювання сміття зменшує витрати на захоронення відходів, оскільки "кладовища відходів" потребують багато землі. І хоча спалювання відходів дозволяє скоротити кількість сміття і отримати енергію, за цього процесу утворюються небезпечні викиди, що забруднюють атмосферу. Багато відходів, наприклад, відбілений папір і пластик містять хлороорганічні сполуки. При їх згорянні утворюються токсичні речовини - діоксини, які можуть викликати ракові захворювання. Ніколи не слід спалювати змішане сміття. Його потрібно відповідним чином сортувати і спалювати тільки в спеціальному устаткуванні, щоб не отруїти все довкола.

Як зупинити зростання кількості відходів? Адже якщо ми взяли курс на сталий розвиток, то кожний громадянин зокрема і державні служби повинні впроваджувати ідеї безвідхідного виробництва. У розвинутих європейських країнах існує система роздільного збору твердих побутових відходів. Кожен повинен запитати себе: якщо міська влада забезпечить нас контейнерами для різних видів сміття чи готовий я витратити кілька хвилин свого часу на те, щоб сортувати сміття, а не звальювати його в одну купу.

#### ***Чи знаєте ви що...***

- сміття – це ресурс, що лежить не на своєму місці
- при вторинній переробці алюмінію зберігається 95 % енергії
- при купівлі якісних товарів ви, зазвичай, заощаджуєте і зменшуєте кількість сміття
- за рік з одного крана втрачається 2000 літрів води, якщо з нього витікає лише 10 крапель за хвилину
- їжу можна приготувати незалежно від того, кипить вона на великому вогні чи на маленькому, оскільки температура кипіння не перевищує 100° С.

***Звичайні заходи:***

- Утеплити віконні рами для усунення протягів.
- Усунути холодні протяги з дверей, щілин чи інших місць, для чого доцільно скористатися сіліконовим ущільнювачем.
- Заскрити балкон, тоді холодне повітря не буде потрапляти всередину, а тепле не виходитиме назовні.
- Провітрювати приміщення потрібно часто і короткочасно. Якщо вікна відчинені довго, то втрачається енергія і сильно охолоджуються стіни і стеля.
- Не розташовуйте меблі біля радіаторів, не закривайте їх декоративними панелями, шторами, це зменшує ефективність опалення.
- Якщо в квартирі є лічильник тепла та радіаторні терморегулятори, то можна частково або цілком відключити подачу тепла на ніч чи коли ви йдете з дому.
- Якщо ваша кімната дуже холодна, утеплити її допоможуть навіть звичайні килими на найхолодніших стінах та підлозі, щільні штори на вікнах.
- Встановіть алюмінієвий екран між радіатором опалення і стіною. Фольга відбиває тепло і скеровує його назад у кімнату.
- Якщо ви відчуваєте, що вода в душі або в крані занадто холодна, ви можете зменшити подачу холодної води.
- Ви можете економити гарячу воду зменшуючи струмінь води або її температуру.

## Розділ 7

# Екологічні аспекти функціонування паливно-енергетичного комплексу України

Україна має потужний паливно-енергетичний комплекс, розвинуту промисловість, інтенсивне багатогалузеве сільське господарство та широко розгалужену транспортну систему. Протягом багатьох десятиріч розвиток промисловості відбувався в Україні переважно екстенсивним шляхом відносно до природних ресурсів країни, без належного комплексу заходів з охорони навколишнього природного середовища.

Як вже відмічалось, внаслідок нераціонального, неконтрольованого, а інколи безвідповідального використання природних ресурсів в Україні дедалі чіткіше визначається загострення екологічної ситуації, характерними ознаками котрого є радіаційне, хімічне та фізичне забруднення довкілля. Важливо підкреслити, що серед багатьох галузей народного господарства найзначніший вплив на екологічний стан в Україні має паливно-енергетичний комплекс країни.

### 7.1. Що таке паливно-енергетичний комплекс України

Паливно-енергетичний комплекс (скорочено ПЕК) України - це найбільша та найважливіша структурна складова національної економіки, ключовий фактор забезпечення життєдіяльності держави.

Паливно-енергетичний комплекс складається з підприємств, що спеціалізуються на видобутку, збагаченні, переробці, транспортуванні, передачі, розподілу та споживанні паливно-енергетичних ресурсів (твердого, рідкого і газоподібного палива, електроенергії і тепла).

У складі ПЕК України можна виділити дві базові галузі промисловості: електроенергетику та паливну галузь;

- до електроенергетичного сектора входять теплові, атомні та гідроелектростанції, а також підприємства передачі та розподілу електроенергії та тепла;

- паливна галузь промисловості охоплює низку різноманітних технологічних процесів, пов'язаних з видобуванням природних видів палива, їх переробкою, збагаченням, транспортуванням тощо, які реалізуються на підприємствах вугільної, нафтової, нафтопереробної, газової, торфової промисловості.

Таким чином, до складу підприємств ПЕК входять вугільні шахти, збагачувальні комбінати, нафто - та газовидобувні свердловини, нафто - та газотранспортні системи, нафтопереробні заводи, електростанції, електромережі, тепломережі. Вони групуються в окремі галузі і виступають як основні структурні елементи ПЕК.

#### ***Важливо***

• На сьогодні провідна роль в електроенергетиці України належить АЕС і ТЕС, які використовують викопні види палива. Вони виробляють близько 90 % всієї електроенергії країни. Виробництво електроенергії на базі відновлюваних джерел енергії (ГЕС, ГАЕС, вітрові та ін.) має в Україні незначні обсяги, приблизно 10 %.

### 7.2. Основні галузі ПЕК України

Вугільна промисловість в Україні є традиційною галуззю, яка займає домінуюче місце серед паливних галузей. Україна має великі запаси вугілля, яке залягає у Донецькому, Львівсько-Волинському та Придніпровському басейнах. Майже три чверті вугілля використовується як паливо, а решта - як технологічна сировина для чорної металургії, хімічної промисловості та інших галузей.

Найбільшим у країні районом видобутку кам'яного вугілля є Донецький басейн. Вугільна промисловість є найрозвинутішою галуззю паливної промисловості. До її складу входять шахти, збагачувальні фабрики, підприємства по виготовленню вугільних брикетів.

На шахтах країни видобувається енергетичне й коксівне вугілля, тому вугільна промисловість є базою для розвитку електроенергетики, коксохімії, металургії. Завдяки розвитку вугільної промисловості сформувалися окремі промислові регіони.

Українське кам'яне вугілля в основному має високу собівартість, що пов'язане з глибоким заляганням пластів та їх невеликою потужністю. Також в Україні видобувається буре вугілля. Але його транспортування на значні відстані до потенційних споживачів є економічно не вигідним, оскільки воно має досить низьку теплотворну спроможність, високу вологість та характеризується значною крихкістю під час транспортування.

Нафтова промисловість України представлена підприємствами нафтовидобувної та нафтопереробної промисловості.

Нафтовидобувна промисловість - це галузь паливної промисловості, яка об'єднує підприємства, що ведуть розвідку та видобуток нафти та попутних нафтових газів, а також транспортують і зберігають нафту. Основними регіонами видобутку є Донецько-Дніпровський, Прикарпатський, Причорноморсько-Азовський.

Нафтопереробна промисловість об'єднує підприємства, які із сирової нафти виробляють нафтопродукти у вигляді рідкого палива (авіаційні та автомобільні бензини, дизельне паливо, мазути), мастильні, електроізоляційні матеріали, розчинники, бітуми тощо. Нафтопереробна промисловість має технологічний та організаційний зв'язок з нафтохімічною промисловістю, оскільки продукція галузі є сировиною для виробництва хімічних продуктів. Підприємства нафтопереробної промисловості зосереджені в районах видобування нафти, у портових містах, Донбасі, на Придніпров'ї та у центральній частині України.

Нафтова та нафтопереробна промисловість має низькі виробничі показники, хоча потенційні можливості видобутку та переробки нафти на власних нафтопереробних заводах значно більші. Видобута нафта має відносно високу собівартість через недосконалі технології видобутку. Тому Україна є досить значним імпортером нафти і нафтопродуктів.

Газова промисловість - це галузь паливної промисловості, яка здійснює видобування, зберігання, транспортування та переробку природного газу. Природний газ є ефективною паливною та хімічною сировиною.

В Україні видобуток газу було розпочато лише в 50-х роках ХХ ст. Територіальне розміщення галузі зумовлене особливостями залягання природного газу в надрах землі. Промислові розробки газу зосереджені у трьох регіонах його видобутку: Дніпровсько-Донецькому, Прикарпатському, Причорноморсько-Азовському.

Україна має перспективи стосовно нарощування нафто- і газовидобутку через розробку нових родовищ з впровадженням нових технологій.

Торфова промисловість у паливному балансі України відіграє незначну роль. Торф зустрічається практично всюди, за поширенням та особливостями торфових товщ розрізняють дві основні торфво-болотні області: Поліську та Лісостепо-Карпатську

Торф використовується як паливо, а також його застосовують для виготовлення органічних добрив, торфоізоляційних плит, парафіну, масел тощо.

Ресурси горючих сланців в Україні не використовуються, і тому сланцева промисловість не розвинута.

Електроенергетика є базовою галуззю народногосподарського комплексу. Ця галузь належить до найстаріших у країні. Розміщення підприємств електроенергетики залежить від двох факторів: наявності паливно-енергетичних ресурсів і споживачів електроенергії. До складу електроенергетики України окрім електростанцій також входять тепло- і електромережі.

Електроенергетика має значний вплив на територіальну організацію виробничих сил, який простежується у розміщенні енергомістких галузей промисловості (металургійної, машинобудівної та ін.) біля великих електричних станцій.

У якості палива в Україні використовуються вугілля, ядерне паливо, гідроенергоресурси, частково природний газ і мазут. За типом споживаних енергетичних ресурсів усі електростанції умовно можна поділи на чотири види:

1. Атомні електростанції (АЕС) використовують збагачений уран або інші радіоактивні елементи. Атомна енергетика України представлена чотирма атомними

електростанціями. АЕС відіграють значну роль у загальному енергетичному балансі країни. У 2007 р. їх частка складала майже 50% від усієї електроенергії, виробленої в країні.

2. Теплові електростанції (ТЕС) використовують тверде, рідке і газоподібне паливо. В Україні, за даними 2007 р., вони виробили близько 40% від усієї виробленої електроенергії. Окрім ТЕС, дедалі більшого значення набувають теплоелектроцентралі (ТЕЦ), які виробляють тепло (як основний продукт) та електроенергію. ТЕЦ обігрівають значну кількість міст України, їх будують поблизу споживачів, оскільки радіус транспортування тепла невеликий (10-12 км).

3. Гідралічні (ГЕС) та гідроакумулюючі (ГАЕС) електростанції використовують гідроресурси. Основу гідроенергетики України становить каскад гідроелектростанцій на Дніпрі. ГЕС в Україні є малоефективними. Причина цього полягає у застарілому обладнанні та рівнинному характері русла Дніпра. Найбільш ефективно ГЕС працюють на гірських річках. За даними 2007 р., сукупними потужностями ГЕС і ГАЕС було вироблено 5,4% всієї електроенергії в країні.

4. Електростанції, що використовують нетрадиційні джерела: енергію вітру, сонця, геотермальну енергію. На сьогодні такий підхід може мати суттєве значення для деяких регіонів країни. Перспективними, наприклад, є розвиток сонячної енергетики в Криму, вітрової - на Поділлі, в степовому Криму, геотермальної - в Карпатах. Останніми роками набирає значення розвиток біоенергетики. Економічно й екологічно перспективним є виробництво енергії шляхом спалювання та переробки побутових і промислових відходів.

#### ***Завдання***

1. Що таке ПЕК України?
2. Надайте стислу характеристику складових ПЕК?
3. За рахунок яких ресурсів (відновлюваних чи невідновлюваних) виробляється більша частка електроенергії в Україні?

### **7.3. Місце ПЕК в економіці країни та його взаємозв'язок з біосферою**

ПЕК є невід'ємною частиною економічного добробуту. ПЕК пов'язаний з усіма галузями економіки та сферами життєдіяльності людини. Це обумовлюється тим, що енергетика є основою сучасного виробництва. Також вона має значний вплив на територіальну організацію народного господарства. Історично навколо підприємств ПЕК виникли потужні територіально-виробничі комплекси і промислові райони (наприклад, Запоріжжя, Донецьк, Дніпропетровськ тощо). Сучасні населені пункти, навіть містамільйонери, формувалися в Україні там, де будувалися великі гідралічні, атомні і теплові електростанції.

Структура ПЕК формувалася в радянські часи. Але у зв'язку з реформуванням економіки за часи незалежності стара структура та склад ПЕК стали обтяжливими та неефективними для економіки та довкілля. Тому сьогодні існує реальна потреба у ефективних змінах як у структурі ПЕК, так і в енергоспоживанні.

Найбільшим споживачем електроенергії є промисловість - близько 56%, потреби транспорту і сільського господарства складають 9%, комунально-побутових споживачів і населення 31%. Окрім забезпечення електричною енергією, ПЕК створює передумови та базу для розвитку металургійної, хімічної, легкої промисловості та ін. Адже нафта, вугілля, природний газ використовуються не тільки в енергетиці для виробництва електроенергії й тепла. Наприклад, окрім паливних матеріалів (бензину, мазуту, авіаційного палива), в хімічній промисловості з них одержують мінеральні масла й змащувальні матеріали, пластмаси, миючі речовини, синтетичні волокна; синтетичні спирти; у металургії коксівне вугілля є необхідною складовою виробничого процесу тощо.

Взагалі розвиток паливно-енергетичного комплексу для забезпечення потреб суспільства в енергетичних ресурсах є одним з головних завдань для будь-якої держави, а для України на сучасному етапі розвитку, коли проблема енергозабезпечення постала надзвичайно гостро -це особливо важливе питання.

Проте позитивний вплив на розвиток країни ПЕК має лише в умовах сталого функціонування. Підтвердженням цього може бути загострення соціальних проблем в шахтарських регіонах, що пов'язані зі скороченням видобутку вугілля, закриттям деяких шахт, значним рівнем фізичного спрацювання гірничовидобувного обладнання, важкими умовами праці шахтарів, високим травматизмом. Іншим відомим прикладом негативного впливу ПЕК на економічні, соціальні, та екологічні аспекти життєдіяльності суспільства та руйнівної дії на біосферу в цілому є аварія на Чорнобильській АЕС.

#### **7.4. Вплив ПЕК на навколишнє середовище**

Подальший успішний розвиток ПЕК в Україні можливий лише за умов впровадження заходів з енергозбереження та енергоефективності, поліпшення екологічної безпеки виробництва. Техногенний тиск на довкілля в Україні, пов'язаний з викидами та накопиченням різноманітних відходів, стає загрозливим. Техногенне навантаження на біосферу здійснюється усіма складовими ПЕК.

Енергетика, наприклад, дає значне забруднення природного середовища токсичними або агресивними хімічними речовинами. Це здійснюється під час роботи ТЕС при спалюванні вуглеводневого палива, на нафтопереробних та коксохімічних виробництвах, робота яких супроводжується викидами значної кількості сірчаного ангідриду і оксидів азоту, які є основними джерелами кислотних дощів в Україні. Викиди оксидів Карбону сприяють посиленню парникового ефекту на нашій планеті.

Кислотні опади змінюють склад ґрунтового покриву. Райони кислих ґрунтів, що при цьому утворюються, мають знижену родючість; вони швидко виснажуються й урожаї на них низькі.

При спалюванні вугілля, що містить домішки природних радіоактивних елементів, іде радіоактивне забруднення довкілля.

Також існує значне забруднення атмосфери пиловими викидами твердих часток. Тверді компоненти (пил, зола) викликають захворювання в людей. В атмосфері аерозольні забруднення (тверді та рідкі) сприймаються у вигляді диму, туману.

Теплове забруднення поверхні водойм виникає при скиданні електростанціями нагрітих стічних вод, які спричиняють підвищення температури води у водоймах на 6-8° С. Неприродна зміна температури перешкоджає водообміну поверхневих і донних шарів, зменшує розчинність кисню, підсилює активність аеробних бактерій, що розкладають органічну речовину, змінює екосистему водойм.

Катастрофа на Чорнобильській АЕС перетворила державу у зону екологічного лиха, наслідки цієї аварії будуть тривати ще довгі роки.

Негативний екологічний вплив гідроенергетики в Україні пов'язаний із затопленням великих площ, підвищенням рівня ґрунтових вод, інтенсивним руйнування берегів.

Нафта забруднює ґрунти під час видобутку. Також втрати нафти пов'язані з її транспортуванням з районів видобутку. У Світовому океані нафта й нафтопродукти є найпоширенішими забруднюючими речовинами.

Сьогодні людство перетворюється в основну геологоутворюючу силу, в результаті діяльності якої вже порушилася природна рівновага природних циклів, відновити які відомими нам методами неможливо. Значна витрата невідновлюваних видів сировини та довготривалий видобуток корисних копалин в Україні призвели до значних змін геологічного середовища. Проявами впливу на геологічне середовище гірничих робіт, що пов'язані з видобутком вугілля, є збільшення кількості зсувів, підтоплень, карсту, просідань тощо, повідомлення про які стають все частішими. В районах шахтного видобутку значні площі зайняті териконами. Терикони забруднюють землі, ґрунтові води, а при горінні забруднюють повітря. При видобуванні вугілля відкритим (кар'єрним) способом із сільського господарства вилучаються великі площі родючих земель.

Узагальнюючи, можна зазначити наступні ознаки негативного впливу, що створюють галузі ПЕК на навколишнє середовище:

- механічне забруднення повітря, води і ґрунтів твердими частками, що залишаються після спалювання органічного палива (зола та шлаки);

- хімічне забруднення повітря, води і ґрунтів;
- теплове забруднення довкілля;
- іонізаційне забруднення довкілля;
- електромагнітне високо- та низькочастотне забруднення;
- шумове забруднення;
- спалювання кисню повітря;
- руйнування літосфери внаслідок видобування сировини;
- відчуження родючих земель внаслідок формування так званих техногенних родовищ (териконів, відвалів, шламонакопичувачів тощо);
- спотворення ландшафтів;
- руйнування екосистем та зменшення біологічного різноманіття.

У сукупності з іншими сферами діяльності людини цей вплив вже призвів до суттєвих змін клімату, фізичних процесів в атмосфері, літосфері та гідросфері, а саме:

- змін в циркуляції атмосфери;
- змін в структурі океанічних течій;
- змін в характері опадів (виникнення кислотних дощів; смогу тощо);
- змін в розподілі температур;
- виникнення парникового ефекту;
- утворення озонових дір.

У той же час, проблему викидів шкідливих речовин в атмосферу, скидання стічної води і викидів твердих відходів можна успішно вирішувати шляхом утилізації. Наприклад, відходи вугледобувної промисловості можуть бути використані у будівництві для виробництва бетону, скла цегляно-черепичної сировини, для будівництва шляхів тощо, відходи коксохімічного виробництва та теплових електростанцій можуть бути використані для вилучення рідкісних й благородних металів.

Тому важливим завданням подальшого розвитку ПЕК України є здійснення заходів щодо охорони природи і раціонального природокористування. Екологічна політика в даному комплексі повинна спрямовуватись на збереження навколишнього середовища.

## **7.5. Шляхи екологізації ПЕК та Концепція національної екологічної політики України на період до 2020 року**

Україна постала перед необхідністю стабілізації і поліпшення екологічного стану території держави шляхом утвердження національної екологічної політики, як інтегрованого фактора соціально-економічного розвитку України. Це дасть змогу забезпечити перехід до сталого розвитку економіки та впровадження екологічно збалансованої системи природокористування. Національна екологічна політика має враховувати процеси глобалізації економіки, розвиток ринкових відносин та низку міжнародних зобов'язань України в сфері охорони навколишнього природного середовища, які зумовлюють орієнтування на пріоритети сталого розвитку та врахування екологічних наслідків під час прийняття економічних рішень.

Недосконалість системи управління в сфері охорони навколишнього природного середовища та більш повільне, ніж очікувалося, проведення структурних реформ і модернізації технологічних процесів в умовах зростання національної економіки призводить до збільшення рівня забруднення та зумовлює підтримку старих, неефективних підходів до використання енергетичних і природних ресурсів. Розвиток та екологізація ПЕК України визначається двома базовими документами: Енергетичною стратегією України на період до 2030 року та Концепцією національної екологічної політики України на період до 2020 року.

Енергетичною стратегією відповідно до основних положень Зеленої книги передбачена оптимізація структури енергетики на основі використання енергетичних джерел з низьким рівнем викидів Карбону, в тому числі поступовий перехід на використання відновлюваних та альтернативних джерел енергії, впровадження заходів щодо протидії зміні клімату з одночасним балансом цілей щодо захисту довкілля, конкурентоздатності та безпеки енергопостачання і енергозабезпечення відповідно до Лісабонської угоди. Серед напрямків екологізації ПЕК країни ключовими щодо реалізації є такі:

- поступове впровадження новітніх технологій виробництва тепла й електроенергії, оснащення підприємств ПЕК ефективними засобами уловлення (зниження обсягів) шкідливих речовин що викидаються в атмосферне повітря тощо;

- запобігання тепловому і хімічному забрудненню поверхневих і підземних вод шляхом суттєвого зменшення теплових і хімічно забруднених викидів підприємств за рахунок удосконалення виробничих технологій, схем водопостачання та очищення стічних вод;

- запобігання створенню природних ландшафтів та забрудненню земної поверхні твердими відходами видобування і переробки вугілля та золошлаковими відходами котельних і ТЕС, що використовують його;

- забезпечення ядерної та радіаційної безпеки ядерно-енергетичних об'єктів;

- ліквідація (мінімізація) втрат первинних енергоносіїв (вугілля, нафти, газу та ін) в процесах їх видобування, переробки, транспортування і споживання шляхом застосування новітніх технологій та обладнання, надійної герметизації відповідних споруд та устаткування транспортних засобів;

- розроблення ефективних технічних засобів та організаційних механізмів з ліквідації негативних екологічних наслідків аварій і катастроф на енергетичних об'єктах;

- розроблення та впровадження засобів і систем безперервного моніторингу екологічних показників об'єктів ПЕК;

- розвиток відновлюваних і нетрадиційних джерел енергії;

- зниження енергоємності продукції й економне витрачання енергоресурсів.

У жовтні 2007 р. Кабінет Міністрів України схвалив ще один ключовий для розвитку ПЕК документ - Концепцію національної екологічної політики України на період до 2020 року. Остання доповнює Енергетичну стратегію і спрямована на розв'язання проблеми антропогенного та техногенного навантаження на навколишнє природне середовище внаслідок промислової діяльності підприємств, головним чином гірничо-видобувної, металургійної, хімічної промисловості, енергетичного сектору

З метою запобігання змінам клімату та забезпечення екологічної безпеки Концепція передбачає заходи, що пов'язані з екологізацією енергетики, зокрема підвищення енергоефективності виробництва; розвиток альтернативної енергетики; мінімізацію негативного впливу атомної енергетики на довкілля; упровадження в енергетиці сучасних технологій та інноваційних проектів, що забезпечать зменшення викидів забруднюючих речовин, зниження рівня шумового та електромагнітного забруднення, збільшення обсягів теплової та електричної енергії, яка виробляється когенераційними установками.

Концепцією передбачається низка заходів з екологізації ПЕК України, до основних з яких можна віднести:

1. Впровадження інноваційних проектів, енергоефективних і ресурсозберігаючих технологій, маловідходних, безвідходних та екологічно безпечних технологічних процесів;

2. Оптимізація структури енергетичного сектору економіки на основі використання енергетичних джерел з низьким рівнем оксиду карбону (IV), у тому числі нарощування обсягів використання відновлюваних і альтернативних джерел енергії;

3. Реалізація проектів спільного впровадження з дотриманням вимог Кіотського протоколу до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату;

4. Розроблення та впровадження системи торгівлі національним надлишком квот на викиди парникових газів;

5. Застосування екологічно безпечних ресурсо- та енергозберігаючих технологій, системи управління відходами з урахуванням міжнародних стандартів та нормативів;

6. Зменшення обсягів викидів і скидів шкідливих речовин, мінімізації утворення відходів та комплексного використання матеріально-сировинних ресурсів, у тому числі за рахунок стимулювання виробників до більш інтенсивного впровадження системи надання сервісних послуг замість реалізації готової продукції;

7. Забезпечення екологічно безпечного зберігання та видалення небезпечних відходів, максимально можливої утилізації відходів за рахунок прямого повторного чи альтернативного використання їх ресурсно-цінної складової та безпечного видалення



відходів, що не підлягають утилізації;

8. Розвиток та підтримка впровадження екологічно безпечних видів транспорту.

Розвиток країни має базуватися на тих принципах, які на цей час вже визнані міжнародною спільнотою. Серед основних принципів можна зазначити наступні: рівність економічної, екологічної, соціальної складових розвитку держави; екологічна відповідальність, дотримання законодавства про охорону навколишнього природного середовища; прогнозування екологічних ризиків, проведення державного моніторингу навколишнього природного середовища.

### **Заключення**

Біосфера є надзвичайно складною структурою, що саморозвивається, закони її розвитку людина поки ще є нездатна досягнути. Кардинальні перебудови її структури, які можуть виявитися смертельно небезпечними для людини, здатні бути викликаними дуже незначними на перший погляд, факторами.

*"Цю проблему не можна вирішити суто технічними засобами. Необхідно якісно змінити природу суспільства, необхідна нова цивілізація з іншим світоуявленням, цивілізація, для якої сукупність екологічних імперативів буде настільки ж органічно властива, як і прагнення до збереження життя людини. Чи може виникнути подібна цивілізація? На це питання відповіді немає."*

## Словник термінів

**Аварія на атомній станції** - порушення експлуатації атомної станції, за якого стався вихід радіоактивних речовин і/або іонізуючих випромінювань у кількості, що перевищує визначені проектом межі безпечної експлуатації. Аварія характеризується початковою подією, шляхами протікання і наслідками.

**Альтернативні види палива** - тверде, рідке та газове паливо, яке є альтернативою відповідним традиційним видам палива і яке виробляється (видобувається) з нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини.

**Бактерії** (від грецьк. *Bakterion* - паличка) - дрібні організми, які можна розглянути тільки під мікроскопом, тому їх називають мікроорганізмами. Освоїлися у різних середовищах, можуть жити навіть у гарячих джерелах при температурі близько 60 градусів за Цельсієм. Окремі з них використовуються для одержання багатьох необхідних людині продуктів і ліків.

**Баланс енергетичний** (від фр. *Balance* - ваги) - різниця між виробленою енергією й енергією, що була використана і втрачена з різних причин; надходження і витрати енергії на Землі.

**Біогаз** - газ, отриманий з біомаси, що використовується як паливо.

**Біодизельне паливо** (біодизель) - метилові та/або етилові етери вищих органічних кислот, отриманих з рослинних олій або тваринних жирів, що використовуються як біопаливо або біокомпонент.

**Біоенергетика** - переробка біомаси для одержання енергії. Переробка може проводитися шляхом прямого спалювання сухої органічної речовини, виробництва біогазу із сільськогосподарських та побутових відходів, виробництва етилового спирту для використання його як пального для двигунів.

**Біоетанол** - спирт етиловий зневоджений, виготовлений з біомаси або спирту етилового-сирцю для використання як біопалива;

**Біологічне розмаїття** - це розмаїття живих організмів, а також екосистем і екологічних процесів, ланками яких вони є.

**Біологічні види палива (біопаливо)** - тверде, рідке та газове паливо, виготовлене з біологічно відновлювальної сировини (біомаси), яке може використовуватися як паливо або компонент інших видів палива.

**Біомаса** - біологічно відновлювальна речовина органічного походження, що зазнає біологічного розкладу (відходи сільського господарства (рослинництва і тваринництва), лісового господарства та технологічно пов'язаних з ним галузей промисловості, а також органічна частина промислових та побутових відходів.

**Викиди** - емісія парникових газів і/або їх прекурсорів в атмосферу над конкретним районом і за конкретний період часу.

**Вітряні млини і вітродвигуни** - спорудження, лопаті яких обертаються під дією вітру і перетворюють вітрову енергію в механічну дію й електроенергію.

**Відходи** - будь-які речовини, матеріали і предмети, що утворюються у процесі людської діяльності і не мають подальшого використання за місцем утворення чи виявлення та яких їх власник повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення.

**Вуглеводи** - хімічні сполуки, що містять атоми вуглецю і водню. Складають основу викопного палива.

**Генератор** - пристрій, що перетворює механічну енергію в електричну.

**Геотермальна енергія** - теплова енергія, яка виникає всередині землі в результаті природних процесів.

**Гравітація** (від лат. *gravitas* - вага) - те ж саме, що тяжіння - взаємодія між будь-якими видами матерії.

**Деградація земель** - зниження або втрата біологічної й економічної продуктивності орних земель, пасовищ або лісів.

**Декларація** (від лат. *deklara* - оголошую, сповіщаю) - офіційна заява. У формі Декларації, як правило, проголошуються основні принципи зовнішньої і внутрішньої політики держави, програмні засади політичних партій тощо.

**Джерело** - означає будь-який процес або вид діяльності, в результаті якого в атмосферу проникають парниковий газ, аерозоль чи прекурсор парникового газу.

**Джоуль (Дж)** - одиниця виміру енергії. Одна тисяча Дж = одному кілоджоулю (кДж).

**Екосистема** - природна система, у якій живі організми і середовище їх існування об'єднані в єдине функціональне ціле через обмін речовин і енергії.

**Елементарні частинки** - загальна назва дрібних частинок матерії, що не є молекулами, атомами або атомними ядрами.

**Енергія кінетична** - енергія руху.

**Енергія поновлювана** - енергія з джерел, які постійно доступні у природі, такі як сонце, вода, вітер.

**Енергія потенційна** - енергія, яка присутня у предметі внаслідок впливу силового поля, наприклад, магнітного чи гравітаційного.

**Енергія хімічна** - енергія, накопичена в речовині, яка виділяється під час хімічної реакції. Паливо і їжа містять хімічну енергію. При згорянні палива і перетравлюванні їжі виділяється енергія, наприклад, у вигляді теплової або світлової.

**Енергоменеджмент** - інструмент для здійснення процесу управління використанням всіх видів і форм енергії, який направлений на виконання організаційних, технічних та поведінкових дій для мінімізації використання енергії, при доцільному забезпеченні потреб об'єкту енерго-використання (організації) і мінімальному негативному впливі на навколишнє середовище, за умов якнайкращого використання ресурсного потенціалу об'єкту енерговикористання.

**Ентропія** (від грец. - зміна, перетворення) - у фізиці одна з величин, що характеризує тепловий стан тіла або системи тіл; міра внутрішньої неупорядкованості системи. Чим вище ентропія, тим більше хаосу у системі. При всіх процесах у замкнених системах ентропія або зростає, або залишається сталою.

**Захоронення радіоактивних відходів** - розміщення радіоактивних відходів в об'єкті, призначеному для поводження з радіоактивними відходами без наміру їх використання.

**Зберігання радіоактивних відходів** - розміщення радіоактивних відходів в об'єкт, в якому забезпечується їх ізоляція від навколишнього природного середовища, фізичний захист і радіаційний моніторинг, а також можливість наступного вилучення, переробки, перевезення та захоронення.

**Зміна клімату** - це зміна клімату, яка прямо або непрямо обумовлена діяльністю людини, породжує зміни у складі глобальної атмосфери і накладається на природне коливання клімату, що спостерігаються протягом порівняльних періодів часу

**Інвестиції** (investition, від лат. Investio – одягаю) - довгострокові вкладення капіталу в галузі економіки всередині країни і за кордоном. Розрізняють фінансові (купівля цінних паперів) і реальні (вкладення капіталу в промисловість, сільське господарство, будівництво тощо).

**Канцерогенні речовини** (від лат. сапсег - рак і грец. - genes - породжений) - хімічні сполуки, які впливають на організм і можуть викликати онкозахворювання (утворення злоякісної пухлини).

**Квота** (від лат. quot - скільни) - частка, частина, норма чого-небудь, що допускається (наприклад, імпортна квота).

**Кліматична система** - сукупність атмосфери, гідросфери, біосфери, геосфери і їх взаємодію.

**Когенераційна установка** - комплекс обладнання, що працює за способом комбінованого виробництва електричної і теплової енергії або перетворює скидний енергетичний потенціал технологічних процесів в електричну та теплову енергію.

**Комбіноване виробництво електричної та теплової енергії** (когенерація) - спосіб одночасного виробництва електричної та теплової енергії в межах одного технологічного процесу у результаті спалення палива.

**Конвенція міжнародна** (від лат. conventio - договір) - один з видів міжнародного договору. Регулює взаємні права й обов'язки держав, зазвичай у спеціальній галузі.

**Метан** - органічна речовина, що виділяється при шумуванні сільськогосподарських та

побутових відходів і утворенні біогазу Викопне паливо, що часто супроводжує вугільні родовища. Один з парникових газів.

**Міграція птахів** (від лат. *міґро* - переселяюся) -регулярне й напрямлене переміщення птахів з одного місцеперебування в інше, зумовлене зміною умов існування в місцях їх мешкання.

**Модернізація** ( від франц. *модеґпе* - новітній) -зміна відповідно до вимог сучасності, запровадження різних удосконалень.

**Нагромаджувач** - компонент або компоненти кліматичної системи, в яких відбувається нагромадження парникового газу або прекурсора парникового газу

**Небезпечні відходи** - відходи, що мають такі фізичні, хімічні, біологічні чи інші небезпечні властивості, які створюють або можуть створити значну небезпеку для навколишнього природного середовища і здоров'я людини та які потребують спеціальних методів і засобів поводження з ними.

**Несприятливі наслідки зміни клімату** - зміни у фізичному середовищі або біоті, які викликаються зміною клімату, дуже негативно впливають на склад, відновну здатність або продуктивність природних і регулюючих екосистем, або на функціонування соціально-економічних систем, або на здоров'я і добробут людини.

**Нетрадиційні джерела та види енергетичної сировини** - сировина рослинного походження, відходи, тверді горючі речовини, інші природні і штучні джерела та види енергетичної сировини, у тому числі нафтові, газові, газоконденсатні і нафтогазоконденсатні вичерпані, непромис-лового значення та техногенні родовища, важкі сорти нафти, природні бітуми, газонасичені води, газогідрати тощо, виробництво (видобуток) і переробка яких потребує застосування новітніх технологій і які не використовуються для виробництва (видобутку) традиційних видів палива.

**Озоновий шар** - означає шар атмосферного озону над пограничним шаром планети.

**Організація Об'єднаних Націй (ООН)** - створена в 1945 році. Мета ООН полягає в тому, щоб об'єднати зусилля всіх народів планети в ім'я миру і розвитку, що базуються на принципах справедливості, поваги людської гідності і загального добробуту

**Паливно-енергетичний комплекс (ПЕК)** сукупність усіх видів підприємств з видобутку, виробництва, транспортування, перетворення, розподілу і використання енергії усіх видів (електричної, теплової, ядерної, механічної).

**Паливо викопне** - паливо, що утворилося із залишків живих організмів протягом мільйонів років: вугілля, газ, нафта.

**Парниковий ефект** - зігрівання атмосфери, яке відбувається у випадку, коли випромінювання тепла не може вийти за межі атмосфери, оскільки блокується в основному вуглекислим газом та іншими, так званими парниковими газами.

**Парникові гази** - такі газоподібні складові атмосфери - як природного, так і антропогенного походження, - які поглинають і перевипромінюють інфрачервоне випромінювання.

**Піроліз** (від грец. *пур* - вогонь, жар і *lysis* - розкладання, розпад) - неповне руйнування органічних речовин під дією високої температури (не плутати з прямим спалюванням). Промислове значення має П. нафти, деревини й ін.

**Піроліз деревини** - суха перегонка деревини, розкладання деревини при нагріванні до 450 градусів за Цельсієм без доступу повітря. Використовується для одержання деревного вугілля, метану, оцтової кислоти, метилового спирту, ацетону тощо.

**Поводження з радіоактивними відходами** - всі види діяльності (включаючи діяльність, пов'язану із зняттям з експлуатації), що стосуються оперування, попередньої обробки, обробки, кондиціонування, перевезення, зберігання чи захоронення радіоактивних відходів.

**Поглинач** - будь-який процес, вид діяльності або механізм, який адсорбує парниковий газ, аерозоль або прекурсор парникового газу із атмосфери.

**Потужність** - швидкість виробництва чи споживання енергії. Звичайно, вказується як швидкість виконання роботи чи швидкість зміни енергії. Потужність вимірюється у ватах (Вт). Один Вт = одному Дж за секунду.

**Плутоній** - радіоактивний елемент з високою атомною вагою, що утворюється в атомних реакторах. П. можна використовувати для виробництва ядерної зброї чи як паливо в атомних реакторах.

**Радіаційна аварія (аварія)** - подія, внаслідок якої втрачено контроль над ядерною установкою, джерелом іонізуючого випромінювання, і яка призводить або може призвести до радіаційного впливу на людей та навколишнє природне середовище, що перевищує допустимі межі, встановлені нормами, правилами і стандартами з безпеки.

**Радіоактивність** - властивість атомів деяких речовин, наслідок нестабільності їхніх ядер. Вони віддають енергію у формі часток або хвиль.

**Радіоактивні відходи** (рідше вживається ядерні відходи) - матеріальні об'єкти та субстанції, активність радіонуклідів або радіоактивне забруднення яких перевищує межі, встановлені діючими нормами, за умови, що використання цих об'єктів та субстанцій не передбачається.

**Радіоактивні відходи довгоіснуючі** - радіоактивні відходи, рівень звільнення яких від контролю органу державного регулювання ядерної та радіаційної безпеки досягається через 300 років і більше.

**Радіоактивні відходи короткоіснуючі** - радіоактивні відходи, рівень звільнення яких від контролю органу державного регулювання ядерної та радіаційної безпеки досягається раніше ніж через 300 років.

**Реактор** - частина атомної електростанції, в якій відбувається розщеплення ядер з виділенням величезної кількості енергії.

**Рекультивация земель** - повернення землям втраченої продуктивності, оздоровлення навколишнього середовища і відновлення ландшафту після відкритої розробки корисних копалин.

**Речовина органічна** - поєднання вуглецю з іншими хімічними елементами. Багато груп органічних речовин мають першочергове значення для живих істот.

**Ріпак** - однорічна трав'яниста рослина сімейства капустяних. Озимий і яровий (кольза). Вирощують в Індії, Китаї, Канаді й інших країнах для одержання харчової олії і технічного мастила (у насінні 33-50%), кормів для сільськогосподарських тварин. Медонос.

**Розщеплення** - поділ ядра важкого атома на два (або більше) легші ядра з виділенням величезної кількості енергії.

**Синтез** (грец. з'єднання, складання) у хімії - одержання складних сполук з простіших.

**Смог** (від англ. smoke - дим і fog - мла) - туман, змішаний з димом, кіптявою і т.п. Термін широко використовується для означення будь-якого забруднення повітря.

**Сонячна батарея** - пристрій, що безпосередньо перетворює отриману енергію Сонця на електроенергію.

**Спустелювання** - деградація земель у посушливих, напівпосушливих і сухих районах Землі у результаті дії різних факторів, включаючи зміну клімату і діяльність людини.

**Сталий розвиток** - це такий розвиток, що задовольняє потреби сьогодення, але не ставить під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби.

**Сховище радіоактивних відходів** - споруда для зберігання або захоронення радіоактивних відходів з обов'язковим забезпеченням інженерних, геологічних, фізичних та інших бар'єрів, що перешкоджають міграції радіонуклідів.

**Тариф на теплову енергію** - грошовий вираз витрат на виробництво, транспортування, постачання одиниці теплової енергії (1 Гкал) з урахуванням рентабельності виробництва, інвестиційної та інших складових, що визначаються згідно із методиками, розробленими центральним органом виконавчої влади у сфері теплопостачання.

**Теплове випромінювання** - електромагнітне випромінювання фізичного тіла, що виникає за рахунок його внутрішньої енергії та зумовлене його температурою.

**Теплоносій** - середовище, що рухається (газ, пара, рідина), використовується для переносу тепла. У ядерному реакторі Т. - рідка чи газоподібна речовина, що виносить з активної зони тепло, яке виділяється в результаті реакції поділу ядер; у ролі Т. використовуються звичайна і важка вода, водяна пара, органічні рідини, CO<sub>2</sub>, He, рідкі метали.

**Теплообмінник** - апарат для передачі тепла від середовища з більш високою температурою (нагрівальне тіло - теплоносій) до середовища з більш низькою температурою (тіло, що нагрівається). Т. поділяються на рекуператори, регенератори і змішувачі Т. (градирні, скрубери).

**Теплопередача** - теплообмін між двома теплоносійми чи іншими середовищами через тверду стінку, що їх поділяє, чи поверхню їхнього поділу. Інтенсивність Т. характеризується коефіцієнтом Т., який дорівнює кількості теплоти, що передається через одиницю поверхні стінки протягом одиниці часу при різниці температур між середовищами (теплоносійми) у 1 К.

**Теплота згоряння** (теплота горіння) - кількість тепла, що виділяється при повному згорянні речовини; вимірюється в Дж чи в калоріях. Т. г. палива (теплотворна здатність, калорійність) визначається його хімічним складом. Т. г., віднесена до одиниці маси чи обсягу палива, називається питомою. Розрізняють вищу і нижчу Т.г. залежно від того, у якому агрегатному стані знаходиться вода в кінцевих продуктах згоряння: якщо у вигляді рідини - вища Т. г., у вигляді пари - нижча Т. г.

**Теплотворна спроможність палива**, див. Теплота згоряння.

**Турбіна** - установка з лопатями, що запускається в дію силою потоку (вода, вітер, пара високого тиску). Кінетична енергія обертової турбіни в генераторі перетворюється в електроенергію.

**Уран** - використовується як паливо в реакторах.

**Утилізація відходів** (від лат. utilis - корисний) - використання відходів як вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів.

**Фотоелементи** - напівпровідниковий пристрій, що перетворює сонячне світло безпосередньо на електричний струм.

**Фотосинтез** - процес, при якому зелені рослини перетворюють променисту енергію сонця в енергію хімічних зв'язків органічних речовин.

**Хімічна енергія** - енергія, накопичена в речовині, що виділяється під час хімічної реакції. Паливо і їжа містять хімічну енергію. При згорянні палива і перетравлюванні їжі виділяється енергія, наприклад, у вигляді теплової або світлової енергії.

**Шумування** - процес анаеробного (без доступу повітря) розщеплення органічної речовини завдяки мікроорганізмам за допомогою ферментів (молочно-кисле шумування, спиртове шумування, силосне шумування і т.д.).

## Рекомендована література

1. Биченок М.М., Трофимчук О.М. Проблеми природно-техногенної безпеки в Україні: УІН – СіР. 2002. – 153 с.
2. Маршалл В. Основные опасности химических производств: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989 – 672 с.
3. Данило-Данилян В.И., Лосев К.С. Экологический вызов и устойчивое развитие. Учебное пособие. – М: Прогресс – Традиция, 2000. – 416 с.
4. Кузнецов О.Л., Кузнецов П.Г., Большаков Б.Е. Система природа-общество – устойчивое развитие. – Москва-Дубна: ГНЦ ВНИИ геосистем; Международный университет природы, общества и человека «Дубна», 2000.
5. Згуровський М.З., Україна в глобальних вимірах сталого розвитку / Дзеркало тижня, № 19 – 2006 р.
6. Концепція національної екологічної політики України на період до 2020 року // Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 17 жовтня 2007 р. N 880-р.
7. Національна екологічна політика України: оцінка і стратегія розвитку // Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, Програма Розвитку ООН, Глобальний Екологічний Фонд.-2007.
8. Сталий розвиток суспільства: 25 запитань та відповідей. – Тлумачний посібник. – К.; Поліграф-експрес, 2001. – 28 с.
9. Щербина О.М. Енергія для всіх: технічний довідник з енергоощадності та відновних джерел енергії. – Вид. – 4-е, допов. і перероб. – Ужгород: Вид-во В.Падяка, 2007. – 340 с.
10. Медоуз Д.Л., Рандерс Й. За пределами роста. Учебное пособие. – М.: Изд. Группа Прогресс, Пангея, 1994. – 304 с.
11. K. Mulder. Sustainable development for Engineers. Delft un-ty of Technology, The Notherlands, 2006. 288 p.
12. Б. Буркинський. Екологічно чисте виробництво. Наукові засади впровадження та розвитку. // Вісн. НАН України, 2006, №5.- С.11-17
13. Зайфрид Д. Энергия: веские аргументы. / Пер. с нем. – К.: Информ.агентство «Ехо-Восток», 1994. – 154 с.
14. Лосев К.С. Экологические проблемы и перспективы устойчивого развития России в XXI веке. – М.: Космосинформ. 2001. – 400 с.
15. Д.Браус, Д.Вуд, М.Герман и др. Экологическое образование в школе. – К.: Информ. Агентство «Ехо-Восток», 1995. – 60 с.
16. Будыко М.И. Глобальная экология. – М.: Мысль, 1997. – 327 с.
17. Мельникова О.В., Праховник А.В., Даг Арне Хойстад, Іншеков Є.М., Дешко В.І., Конеченков А.О. Енергозбереження. Посібник з раціонального використання ресурсів та енергії для учнів загальноосвітньої школи. Видання друге виправлене та доповнене, Київ. – 2004. – 104 с.
18. Украина: Энергетика и Экономика. Ukraine: Energy and Economy // Energy Center in Kiev. – 128 p.
19. Концепція екологічної освіти України. Колегія Міністерства освіти і науки України Рішення N 13/6-19 від 20.12.2001.
20. Паливно-енергетичний комплекс України в контексті глобальних енергетичних перетворень. – Київ: Українські енциклопедичні знання, 2004.- 408 с.
21. Моисеев Н.Н. Вернадский и современность // Вопросы философии. – 1994. - № 4. – С. 3-13.
22. Моисеев Н.Н. Современный рационализм. М.: Изд-во МНЭПУ, 1995. 384 с.
23. Моисеев М.М. Еще раз о проблеме коэволюции // Экология и жизнь, №2. – 1998.
24. Вернадский В.И. Философские мысли натуралиста. М. 1988.
25. Тейяр де Шарден П. Феномен человека / Пер. с франц.- М.: Наука, 1987.

26. Краще світло меншим коштом. Порадник з енергоефективного вуличного освітлення для органів місцевої влади.- Львів.: Українська мережа “Енергоефективні міста”, 2006.-40 с.
27. Зміна клімату 2007: фізична наукова база. Стислий виклад для вищих управлінців.- ІРСС,-2007.-28 с.
28. Розвиток енергетичної освіти в середній школі / За загальною редакцією Праховника А.В. та в співавторстві з Дешко В.І., Соловей О.І. та ін./ Київська нотна фабрика, Київ, 1999,-271 с.-(навчальний посібник для вчителів шкіл).
29. Енергетичний менеджмент / Под редакцией Праховника А.В. / ІЕЕ НТУУ “КПІ”, Київ, Київська нотна фабрика, 2001,- 472 с.
30. Энергосбережение средствами промышленного электропривода / А.Н.Закладной, А.В.Праховник, А.И.Соловей, - Киев: изд. “ДНЯ”, 2001.- 344 с. – (навчальний посібник).
31. Энергозбереження. Посібник для загальноосвітньої школи, Львів: Праховник А.В., Мельникова О.В., Конеченков А.Є., Іншеков Є.М., Дешко В.І. / Політра Друку, 2003, - 92 с.



# **Основи енергоефективності**

*Навчально-методичний посібник для ПТНЗ*

Відповідальний за випуск

**Бобко В.М.**, директор Навчально-методичного центру  
професійно-технічної освіти у Львівській області

Матеріали підготувала

**Задорожна І.П.**, методист Навчально-методичного центру  
професійно-технічної освіти у Львівській області

Комп'ютерний набір та технічне редагування

**Задорожна І.П.**

.....  
*Адреса редакції: Україна, 79005, м. Львів,  
пл. Петрушевича, 2, тел.: 276-45-63  
НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ЦЕНТР  
ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ  
У ЛЬВІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ*

Друкарня  
Ставропігійського професійного ліцею м. Львова,  
вул. І. Федорова, 9. Зам. \_\_\_\_\_. Наклад