

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

# **ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

---

## **та пом'якшення змін клімату**



# **Енергозбереження та пом'якшення змін клімату**

Посібник  
для учнів загальноосвітніх навчальних закладів

Київ  
2010

**Праховник А.В., Фірсов Л.Ф., Іншеков Є.М., Дешко В.І., Стрелкова Г.Г., Мельникова О.В., ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПОМ'ЯКШЕННЯ ЗМІН КЛІМАТУ.** Посібник для учнів загальноосвітніх навчальних закладів. Видання друге, доповнене. — Київ, 2010. — 128с.

ISBN 978-966-2003-51-2

Посібник “Енергозбереження та пом’якшення змін клімату” розроблений у рамках проекту ПРООН в Україні “Енергоефективність в освітньому секторі України” на основі курсу “Енергозбереження” міжнародного шкільного освітнього проекту з раціонального використання енергії та ресурсів SPARE (School Project for Application of Resources and Energy), в якому беруть участь школярі понад 20 країн світу. У посібнику розглянуто питання, що стосуються енергозбереження, енергоефективності, пом’якшення змін клімату та принципів сталого розвитку з урахуванням природних і соціально-економічних особливостей України. Посібник рекомендовано Міністерством освіти і науки України для загальноосвітніх навчальних закладів (лист 30.04.09 №1/12-1715).

Консультант – *Даг А.Хойстад* (Норвезька спілка охорони природи)

Світлини – *Конеченков А., Копейкін Д., Фірсов Л., Кузнецов С., Дворний Б., Тарасов В., Фалін В., Дембіцький Б., Гутієв С., Песляк В., Кремко О., Здоровило П., Шибанов О.* (Укрінформ), UNEP/GRID-Arendal, NASA, *Філіпс®*, *Данфосс®*.

У посібнику використано матеріали Агенції захисту клімату та енергії Баден-Вюртtemберг (KEA) ГмбХ «Комунальний енергетичний менеджмент. Збірка матеріалів для шкіл, що свідомо ставляться до енергії» надані проектом Німецького товариства технічного співробітництва (GTZ) ГмбХ «Енергоефективність у будівлях» та матеріали надані ТОВ «Філіпс», ТОВ з іноземними інвестиціями «Данфосс ТОВ», Асоціацією «Енергоефективні міста України» а також фотоматеріали з конкурсу «Зміна клімату: подбаймо про нашу планету», проведеного Представництвом ООН в Україні в 2008 році.

Дизайн і макетування – *Еремурус®*

Упорядник – *Фірсов Л.*

Літературне редактування – *Філіпчук І., Фурманова І.*

Коректор – *Кулінець А., Філіпчук І.*



**SPARE**

**gtz**

 **NORGES NATURVERNFORBUND**



**PHILIPS**



Підписано до друку 25.02.2010. Формат 60x90/8. Папір крейдований. Друк офсетний.

Наклад 6000 прим. Умов. друк. арк. 16. Зам. № 1231.

Друк – «Комп’ютерно-видавничий інформаційний центр» (КВІЦ)

04080, м. Київ, вул. Фрунзе, 19–21. Тел.: (044) 417-21-72, 462-48-51.

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб’єктів видавничої справи ДК №461 від 23.05.2001 р.

# Зміст

<b>ВСТУП</b> .....	6
<b>ПЕРЕДМОВА</b> .....	7
<b>ВСТУПНЕ СЛОВО</b> .....	8
Що ми вивчатимо .....	9
Зміни клімату у розрізі сталого розвитку .....	9
Чи вистачає енергії кожному мешканцю Землі .....	10
Роль молоді у сталому розвитку світу .....	10
Незначні зусилля кожного сприяють позитивному результату для всіх .....	11
 РОЗДІЛ 1.	
<b>СТАЛИЙ РОЗВИТОК ТА ПОМ'ЯКШЕННЯ ЗМІН КЛІМАТУ</b>	
1.1. Основні поняття сталого розвитку .....	13
1.2. Сталий розвиток та міжнародний процес .....	14
1.3. Глобальне потепління та зміна клімату .....	15
1.4. Кліматичні сценарії та можливі наслідки .....	16
1.5. Пом'якшення змін клімату: проблеми та їх вирішення .....	20
1.6. Чи зможемо ми своєчасно пристосуватися до умов, що змінюються? .....	20
 РОЗДІЛ 2	
<b>ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ</b>	
2.1. Людству потрібно більше і більше енергії .....	22
2.2. Історія енергоспоживання .....	22
2.3. Від невідновлюваної до відновлюваної енергії .....	24
2.4. Енергія з різних джерел .....	25
2.5. Нерівномірний розподіл енергії .....	26
2.6. Контроль над енергією забезпечує владу .....	27
2.7. Енергія та довкілля: наслідки неконтрольованого енергоспоживання для довкілля .....	27
2.7.1. Парниковий ефект .....	28
2.7.2. Кислотні дощі .....	29
2.7.3. Смог .....	30
2.7.4. Теплове забруднення .....	31
2.7.5. Локальні зміни клімату .....	32
2.8. Енергетичні кризи .....	32
2.9. Прогнози на майбутнє .....	33
 РОЗДІЛ 3	
<b>ЕНЕРГІЯ</b>	
3.1. Енергія вічна .....	35
3.2. Енергія: форми (види), властивості, кількість та якість .....	35
3.3. Енергетичні закони: закон збереження енергії та закон якості енергії .....	37
3.4. Перший енергетичний закон: кількість енергії залишається незмінною .....	38
3.5. Другий енергетичний закон: якість енергії буде знижено .....	40
3.6. Перетворення енергії .....	42
3.7. Енергозбереження .....	42
3.8. Енергозбереження й охорона довкілля .....	43
 РОЗДІЛ 4	
<b>ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ</b>	
4.1. Види ресурсів енергії .....	45
4.2. Невідновлювані джерела енергії .....	46
4.2.1. Торф .....	48
4.2.2. Вугілля .....	49
4.2.3. Нафта .....	51

4.2.4.	Природний газ . . . . .	52
4.3.	Традиційні способи одержання теплової та електричної енергії . . . . .	53
4.4.	Атомна енергетика . . . . .	54
4.4.1.	Економічна проблема. . . . .	55
4.4.2.	Екологічна проблема. . . . .	55
4.5.	Відновлювані джерела енергії . . . . .	57
4.6.	Сонячна енергія . . . . .	57
4.6.1.	Сонячна теплова енергетика . . . . .	58
4.6.2.	Фотоенергетика . . . . .	61
4.6.3.	Сонячна теплоелектроенергетика . . . . .	62
4.7.	Енергія вітру . . . . .	64
4.8.	Гідроенергетика . . . . .	67
4.9.	Енергія хвиль та припливів . . . . .	69
4.10.	Біоенергетика . . . . .	70
4.10.1	Спалювання біomasи . . . . .	71
4.10.2.	Піроліз . . . . .	72
4.10.3	Газифікація . . . . .	73
4.10.4.	Біогаз . . . . .	73
4.10.5.	Звалищний газ . . . . .	75
4.11.	Біопаливо . . . . .	76
4.12.	Геотермальна енергія . . . . .	78
4.12.1.	Геотермальні електростанції . . . . .	80
4.12.2	Геотермальні теплові насоси . . . . .	80
4.12.3.	Екологічно вигідно . . . . .	80

## РОЗДІЛ 5

### ЗМІНИ КЛІМАТУ

5.1.	Клімат та глобальне потепління . . . . .	82
5.2.	Планетарний клімат і парниковий ефект . . . . .	82
5.2.1.	Парниковий ефект . . . . .	83
5.2.2.	Кругообіг Карбону в природі. . . . .	84
5.2.3.	Парникові гази. . . . .	85
5.3.	Антropогенний парниковий ефект та основні антропогенні джерела парникових газів . . . . .	87
5.4.	Наслідки змін клімату. . . . .	88
5.5.	Міжнародні аспекти проблеми зміни клімату . . . . .	91

## РОЗДІЛ 6

### ПОМ'ЯКШЕННЯ ЗМІН КЛІМАТУ

6.1.	Як використовується енергія . . . . .	96
6.2.	Основні принципи енергозбереження . . . . .	96
6.3.	Одержані більше з меншими витратами . . . . .	96
6.4.	Енергозбереження на практиці . . . . .	97
6.4.1.	Обігрівання приміщень . . . . .	97
6.4.2.	Потенціал енергозбереження в системах тепло- та гарячого водопостачання . . . . .	98
6.4.3.	Енергетичне маркування. . . . .	99
6.4.4.	Освітлення . . . . .	101
6.4.5.	Транспорт . . . . .	104
6.5	Енергозбереження на муніципальному рівні . . . . .	105
6.6.	Споживання і вторинна переробка . . . . .	106
6.6.1.	Проблема твердих побутових відходів . . . . .	106
6.6.2.	Вторинна переробка . . . . .	106
6.7.	Місце події школа. . . . .	108
6.7.1.	Енергетичний менеджмент у школі. . . . .	108
6.7.2.	Навіщо здійснювати аналіз використання енергії?. . . . .	108
6.7.3.	Збір інформації та аналіз. . . . .	108

6.7.4.	Обстеження шкільних будівель. . . . .	108
6.7.5.	Сплата за енергію. . . . .	109
6.7.6.	Використання шкільного приміщення. . . . .	109
6.8.	Можливості підвищення енергоефективності . . . . .	109
6.8.1.	Розповсюдження інформації. . . . .	110
6.8.2.	Де і в якій формі використовується енергія у приміщенні школи?.. . . . .	110
6.8.3.	Скільки електроенергії і скільки теплової енергії використовується в нашій школі? . . . . .	111
6.8.4.	Як опалюють будівлю школи? . . . . .	112
6.8.5.	Як економно поводитися з опалювальною енергією?. . . . .	112
6.8.6.	Де в школі споживається електрична енергія, та заходи з її заощадження . . . . .	114
6.8.7.	Як проводити вивчення споживання електроенергії? . . . . .	115
6.8.8.	Як обрахувати на основі даних про використання енергії викиди карбону (IV) оксиду ( $\text{CO}_2$ )? . . . . .	115
6.8.9.	Як виконувати планування «Проекту заощадження»? . . . . .	116

## РОЗДІЛ 7

### **ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФУНКЦІОNUВАННЯ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ**

7.1.	Що таке паливно-енергетичний комплекс України. . . . .	118
7.2.	Основні галузі ПЕК України . . . . .	118
7.3.	Місце ПЕК в економіці країни та його взаємозв'язок з біосферою . . . . .	120
7.4.	Вплив ПЕК на навколошнє середовище. . . . .	121
7.5.	Шляхи екологізації ПЕК. . . . .	123
<b>ЗАКЛЮЧЕННЯ</b> . . . . .		124
<b>СЛОВНИК</b> . . . . .		125
<b>РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА</b> . . . . .		128





# Вступ

*“Світ, розвиток і охорона навколошнього середовища  
взаємозалежні та неподільні”*

**Декларація з навколошнього середовища та розвитку.  
Принцип 25, Ріо-де-Жанейро, 1992**

## Передмова

### Шановні читачі!

Пом'якшення змін клімату визнається пріоритетним напрямком роботи щодо досягнення стального розвитку як на національному, так і на міжнародному рівнях. Ця концепція знайшла своє відображення у Законі України «Про енергозбереження» від 1 липня 1994 року, як основа загальної державної політики енергозбереження та раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів, і у низці інших законів та підзаконних актів, прийнятих в Україні протягом останніх років. Реалізація державної політики енергозбереження в Україні зорієнтована на заходи, що забезпечують найбільший ефект при мінімальних витратах завдяки підвищенню рівня дисципліни та культури споживання енергії. Тому роль освіти та виховання у галузі енергозбереження набуває особливої важливості. Так, стаття 7 “Освіта і виховання у сфері енергозбереження” Закону України “Про енергозбереження” визначає: “Виховання ощадливого ставлення до використання паливно-енергетичних ресурсів за-безпечується шляхом навчання і широкої популяризації та пропаганди економічних, екологічних і соціальних переваг енергозбереження”.

Глобальне потепління та зміни клімату - проблеми без державних кордонів, що викликають занепокоєння всього людства. Тому, заради нашого майбутнього, школярі повинні бути обізнаними з проблемою глобального потепління, що спричинене діяльністю людини та дієвими практичними заходами з пом'якшення змін клімату, зокрема енергозбереження та енергоефективності. Кожен має усвідомити свою відповідальність за майбутнє планети і побачити можливості своєї участі у виконанні першочергових завдань.

Посібник „Енергозбереження та пом'якшення змін клімату“ рекомендується учням загальноосвітніх шкіл у вигляді як окремого курсу, так і для факультативних занять. Його матеріали можуть бути використані як допоміжні у процесі викладання таких дисциплін, як фізика, географія, біологія, економіка, хімія, а також у позашкільній освіті для роботи в гуртках.

Пропонований посібник складається з семи частин, у яких матеріали згруповані у параграфи. Щоб учням було цікавіше працювати з посібником, автори запровадили ряд рубрик: “Подумайте і дайте відповідь” (допоможе школярам перевірити, як вони засвоїли матеріал); “Чи знаєте ви, що...” (містить коротку інформацію про найцікавіші моменти розглянутої теми); “Практикум” (вміщено завдання, що дають дітям можливість застосувати на практиці отримані додаткові знання і практичні навички з енергозбереження, енергоефективності та пом'якшення змін клімату). Виконання цього обсягу передбачає розв'язання не тільки навчальних, але й виховних завдань, оскільки школярі, звертаючись за допомогою до батьків, залучатимуть і їх до спільної праці.

Посібник, насамперед, орієнтований на пробудження у школярів зацікавлення до висвітлюваних проблем, набуття необхідних практичних знань та навичок, активізацію дитячої творчості для досягнення мети.

Додатково до посібника з раціонального використання ресурсів і енергії підготовлений комплект інформаційно-методичних матеріалів для вчителів та учнів, розроблений в рамках міжнародного шкільного проекту SPARE, що допоможуть глибше з'ясувати складні питання щодо змін клімату та заходів з пом'якшення їх негативних наслідків і стануть у нагоді під час ознайомлення учнівської молоді із проблемою енергозбереження та енергоефективності.

*Колектив авторів*

**Вступне слово****до посібника "Енергозбереження та пом'якшення змін клімату"  
для учнів загальноосвітніх шкіл України**

Сьогодні дедалі більше людей в усьому світі усвідомлює, що зміни клімату становлять чи не найбільшу загрозу людству. Існує немало свідчень того, що клімат нашої планети змінюється і це безпосередньо пов'язано із зростанням антропогенних викидів парникових газів в усьому світу. Великі і малі промислові підприємства, легкові та вантажні автомобілі, житлові й офісні будівлі – усі вони споживають значну кількість викопного палива, наприклад, нафти, вугілля, газу тощо – і усі викидають в атмосферу парникові гази. І, хоча, люди, що мешкають в холодніших частинах світу, можливо, і зраділи б теплішій погоді, постійне потепління, викликане діяльністю людини, спричинить підйом рівня Світового океану, посухи, збільшення площі пустель.

Незважаючи на постійні попередження з боку вчених про постійне зростання загрози змін клімату, які вже не можна буде повернути, посадовці багатьох країн світу і представники великого бізнесу не дуже поспішають прислухатися до слів екологів, побоюючись тих змін, яких слід вжити задля збереження довкілля Землі. Пасивність світових урядів щодо реалізації конкретних заходів для подолання змін клімату тільки погіршує ситуацію.

Світове співтовариство вперше почало серйозно сприймати зміни клімату наприкінці 1980-х років, коли ООН ініціювала переговори щодо розробки міжнародної угоди, покликаної подолати цю глобальну проблему. Це сприяло прийняттю Рамкової Конвенції ООН зі Змін Клімату (РКООНЗК) у травні 1992 року. Метою конвенції стала стабілізація до 2012 року рівнів викидів CO<sub>2</sub> промисловими країнами на рівні 1990 року, впровадження глобальних механізмів моніторингу та звітності, а також національних програм зі зниження викидів. Наступний важливий крок було зроблено в 1997 році, коли в японському місті Кіото країни-учасниці РКООНЗК узгодили протокол, який визначав ряд обов'язкових цільових кількісних показників для глобального скорочення викидів парникових газів.

Парламент України ратифікував обидва ці важливі документи, і сьогодні країна докладає значних зусиль для модернізації комунальної інфраструктури, наявних виробництв та запровадження новітніх технологій, покликаних підвищити енергоефективність країни і зменшити негативний вплив на довкілля. Проте, незважаючи на значні природні ресурси і високий науково-технічний розвиток, рівень споживання енергоресурсів в Україні залишається одним з найвищих у Європі. На жаль, відсутність ефективної стратегії управління довкіллям та жорстких санкцій за забруднення навколошнього середовища призвели до погіршення екологічної ситуації та погіршення стану здоров'я населення.

Враховуючи це, Програма Розвитку ООН вже кілька років поспіль впроваджує різноманітні проекти як на національному, так і на місцевому рівнях, покликані пом'якшити зміну клімату та підвищити ефективність використання енергії. Успішність пілотних технічних проектів довела можливість і економічну доцільність їх виконання в різних регіонах України, але не менш важливим елементом нашої роботи є виховання свідомого ставлення до проблем навколошнього середовища, змін клімату, енергозбереження тощо. І в першу чергу це стосується молоді – покоління, яке за кілька років прийде на зміну сьогоднішнім керівникам. І якщо теперішні діти засвоють і повірять, що від їх особистого внеску, від їх свідомої позиції світ може стати кращим, то ми вважатимемо нашу мету досягнутою. Адже інвестиції у майбутнє – у молодь, завжди є найприбутковішими, тому що приноситимуть свої плоди ще багато років.

*Френсіс Мартін О'Доннелл,  
Постійний Представник Програми Розвитку ООН в Україні*

## Що ми вивчатимо?

1992 року в Ріо-де-Жанейро (Бразилія) відбулася конференція Організації Об'єднаних Націй (ООН) з навколошнього 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 всеспільній співпраці став ухвалений на конференції "Порядок денний на ХХІ 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 навколошнього середовища.

Уважно спостерігаючи за подіями в світі, ми знайдемо багато доказів цього. Отож, розумне використання ресурсів та енергії – одна з найбільш 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 катастроф, 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!

Саме тому цей посібник присвячений роз'ясненню змісту і значення цих корінних, для вирішення найго-

стріших світових екологічних проблем, понять. 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 навколошнього середовища. До того ж, заходи з економії енергоресурсів у 2,5 - 3,0 рази дешевші, ніж виробництво і постачання споживачам такої ж кількості енергії.

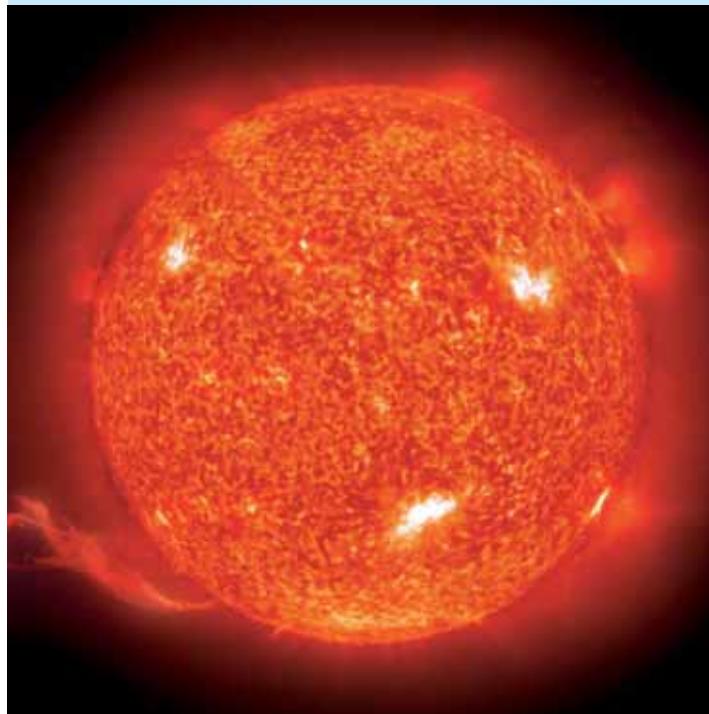
## Зміни клімату в розрізі сталого розвитку

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 жахливих ураганів, повеней, цунамі, інших природних катастроф. 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.



*Заняття з енергозбереження в одній зі шкіл  
м. Євпаторії*

## Найпотужніше джерело енергії, головний генератор життя - Сонце



Виникнення, існування та розвиток різних форм життя на Землі цілком залежить від енергетичних джерел, дарованих Сонцем і накопичених у надрах нашої планети. За 8 хвилин 15 секунд, подолавши 149 мільйонів кілометрів, сонячні промені досягають Землі. Без Сонця життя на Землі припиниться. Величезна кількість сонячної енергії постійно надходить на Землю. Так, усього за 15 хвилин Сонце посилає нам стільки енергії, скільки вистачає людству на цілий рік. Приблизно третина цієї енергії відбивається атмосферою Землі, 0,02% використовується рослинами для фотосинтезу, а решта йде на підтримання багатьох природних процесів: зігрівання земної поверхні, океанів і атмосфери, переміщення повітряних мас (вітер), хвиль, океанічних течій, випаровування і кругообіг води. Проте ця енергія, що надходить на Землю, не призводить до загального потепління, бо, пройшовши через природні процеси, вона знову випромінюється у космічні простори. Протягом мільйонів років природа пристосувалася до цих величезних потоків енергії і досягла загальної теплової рівноваги. Енергія, що поглинається Землею, у 20 тис. разів перевищує енергоспоживання людства. То, можливо, основне завдання людей - навчитися використовувати енергію Сонця.

Питання сталого розвитку та зміни клімату при формуванні мети і 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.

### Чи вистачає енергії кожному мешканцю Землі?

З розвитком, людство споживало все більше і більше енергії. Припускають, що піщерні люди вистачало близько 1 % тієї кількості енергії, якої потребує сучасний мешканець Землі. Можливо, на Землі стало більше енергії? Ні! Просто вона стала доступнішою. Кількість енергії в природі незмінна. Вона не виникає з нічого і не може зникнути нікуди. Вона просто переходить з однієї форми в іншу. Мабуть, не варто оглядатися на первісне суспільство, а от зазирнути у 60-ті роки ХХ ст., коли використовувалися ті ж джерела енергії і суспільство було майже таким, як тепер, ми можемо. Виявляється, у ті часи людство споживало лише половину тієї енергії, яку споживає сьогодні! Розподіл енергії між країнами Півночі і Півдня, Сходу і Заходу, між багатими і бідними дуже нерівномірний. Як правило, країни що розвиваються мають більше населення при порівняно невисокому рівні споживання енергії на чоловіка, тоді як у багатьох розвинутих державах – ситуація прямо протилежна. Незначне споживання енергії слаборозвинутими державами не можна вважати економією. Це наслідок боргової кризи та відсутності сучасних технологій одержання і ефективного використання енергії.

### Роль молоді у сталому розвитку світу та пом'якшенні змін клімату

На межі ХХ і ХХІ століть людство усвідомило необхідність переходу на шлях сталого розвитку. Від того, наскільки сучасна молодь перейматиметься цією ідеєю, буде залежати майбутнє нашої планети. Тому в усьому світі молодь зачувається до діяльності з охорони навколошнього середовища. Завдання педагогів полягає в тому, щоб дати підростаючому поколінню більше знань, сформувати у

них впевненість у необхідності створення суспільства, заснованого на безпечному для довкілля ощадниковому використанні енергії та ресурсів. Молодь повинна не тільки сама навчитися раціонально використовувати енергію і ресурси, а й бути провідником цих ідей у суспільстві.

### **Незначні зусилля кожного зокрема призводять до позитивного результату для всіх**

Ми впевнені, що вчителі та учнівська молодь України, як і в багатьох країнах світу, зроблять свій внесок у пом'якшення змін клімату та візьмуть активну участь у збереженні енергії в школі, дома, повсюдно. На конкретних завданнях і прикладах, які ми підготували для вас, ви побачите як багато енергії витрачається дарма, навчитеся мистецтву дбайливого, розумного енерго- та ресурсоспоживання, познайомитеся з новими сучасними технологіями збереження енергії. Можливо, не одразу все зможете зробити правильно. Але ми будемо вчитися разом. Наша мета - щоб кожен з нас став споживати енергію розумішіше, ніж зараз. І, найголовніше, починати треба з себе і тепер!

### **Бажаємо вам успіху!**

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

## **ТЕСТ НА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГІЇ**

Дайте відповіді на запитання анкети та перевірте,  
чи вмієте заощаджувати енергію

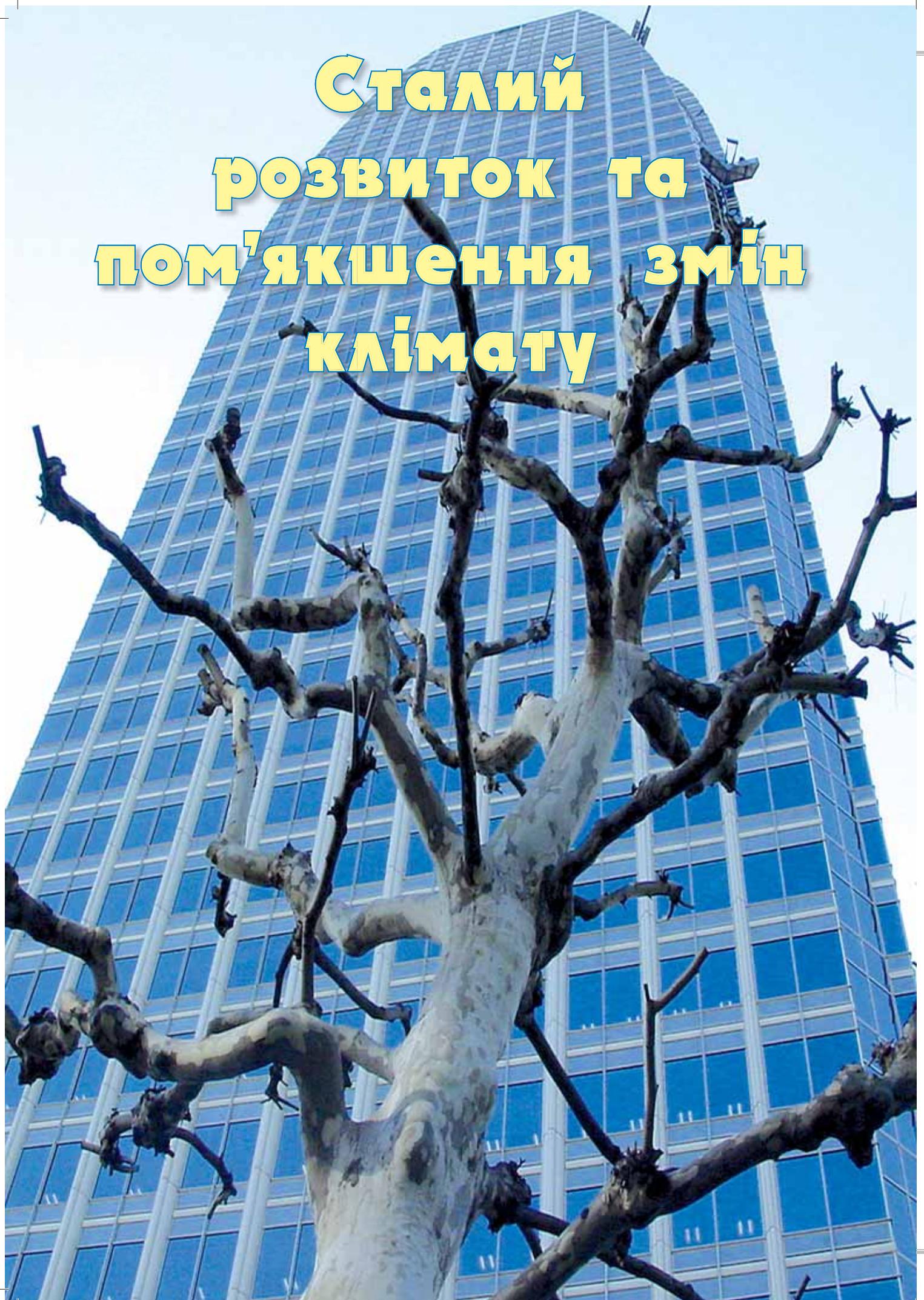
У НАШОМУ ДОМІ	ТАК	НІ
• Ми записуємо наше енергоспоживання		
• Ми вимикаємо світло в кімнаті, коли виходимо з неї		
• Пральна машина завжди повністю завантажена, коли нею користуємося		
• Холодильник стоїть у прохолодній кімнаті		
• Ми не ставимо меблі перед обігрівачами		
• Ми почали використовувати енергозберігаючі жарівки		
• Ми користуємося місцевим освітленням (настільна лампа, бра, торшер)		
• Ми провірюємо приміщення швидко і ефективно протягом кількох хвилин		
• Ми заклеюємо вікна на зиму		
• Ми зашторюємо вікна на ніч		
• Ми закриваємо кришкою каструллю, 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 школи 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.

**Сталий  
розвиток та  
пом'якшення змін  
клімату**



## Розділ 1. СТАЛИЙ РОЗВИТОК ТА ПОМ'ЯКШЕННЯ ЗМІН КЛІМАТУ

### 1.1. Основні поняття сталого розвитку

*„Ми взагалі не отримали Землю в спадок від наших предків – ми всього лише взяли її в борг у наших дітей”*

(Антуан де Сент-Екзюпері, письменник)

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)» (Sustainable development), з німецької – «розвиток після сильного та тривалого впливу» (Nachhaltige Entwicklung), з французької – «довготривалий розвиток» (Développement durable), з норвезького – «міцний розвиток» (En holdbar utvikling), з російської – «устойчивое развитие», а з італійського – «заслуговує підтримки розвиток» (Sviluppo sostenibile). 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 стала все активнішою і багатограннішою.

Сучасне людство живе в епоху небувалого розвитку науково-технічного прогресу, що супроводжується активним впливом на природне середовище. Сьогодні, постійно зростаючі по-

треби 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 навколошнього середовища, ліквідації експлуатації, бідності і дискримінації кожної окремо взятої людини, цілих народів або груп населення, у тому числі за етнічними, расовими або статевих 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 незаселеного людиною.

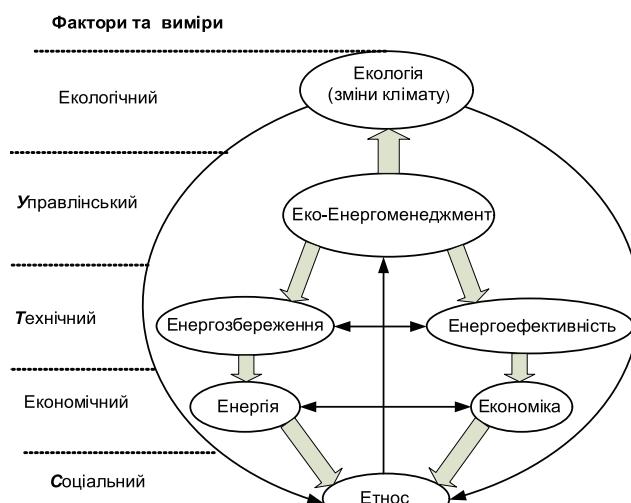
Важливою складовою сталого розвитку сучасної цивілізації є вплив на глобальні процеси зміни клімату, які ми вочевидь спостерігаємо за останні роки. Пошук шляхів та реалізація проектів, спрямованих на пом'якшення антропогенного (тобто людського) впливу на зміну клімату стає одним з ключових напрямків 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 (мал. 1.).

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 нерациональне господарське освоєння територій, лісовикористання, штучне обводнення ґрунтів привели 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.



**Мал. 1. Основні чинники, аспекти і виміри сталого розвитку з погляду процесів енерговикористання, а саме: етнос (мається на увазі населення даної території), енергетика, економіка, енергозбереження, енергоefективність, екологічний та енергетичний менеджмент, екологія (ІЕЕ, 2008).**

## 1.2. Стадій розвиток та міжнародний процес

За ініціативою ООН в грудні 1983 року була створена Міжнародна Комісія по навколошньому 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 Асамблії ООН. Основні висновки Комісії були наступними:

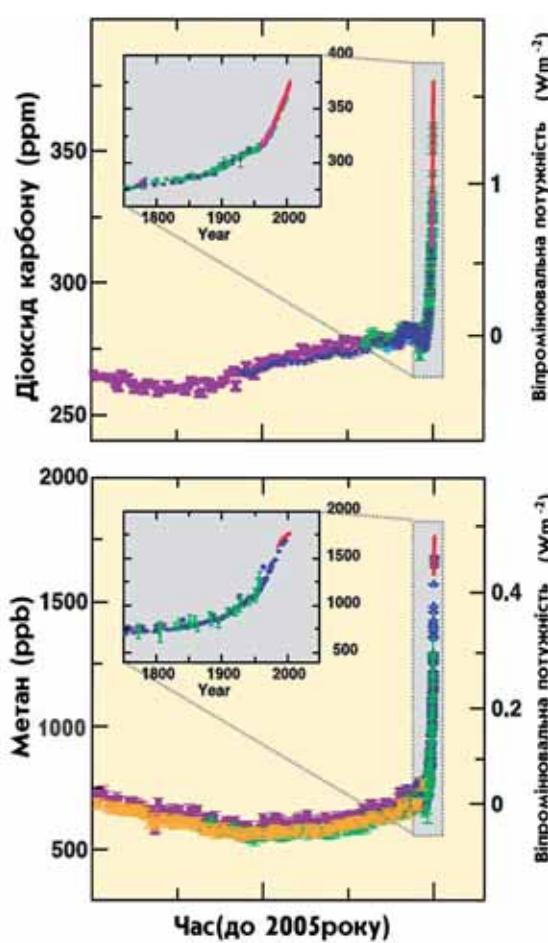
- За останнє сторіччя взаємовідносини між людиною і планетою, що забезпечує його життєдіяльність, докорінно змінилися, - виникла загроза існуванню цивілізації і життя на Землі;
- За останні 100 років темпи споживання і, отже, економічне зростання, різко зросли. У виробництво було залучено стільки ресурсів, скільки за всі минулі століття існування людини;
- Економічне зростання руйнує природне середовище, приводить до екологічної деградації, а це у свою чергу підригає процес економічного зростання;
- У даний час людство стикається з ризиком необоротного руйнування навколошнього середовища, який загрожує знищенню 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 десятиліть 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 асамблей 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 задоволити 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 ХХІ вік» була окреслана програма того, як зробити розвиток сталим з соціальної, економічної і екологічної точкою 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 спільніх зусиль, що сприяють поліпшенню стану навколошнього середовища, населення планети Земля і вирішенню його екологічно-соціальних та економічних потреб.



**Мал. 2. Зміни концентрацій парникових газів за даними дослідження льодових зразків та за сучасними даними (IPCC 2007).**  
Концентрації карбону (IV) оксиду та метану в атмосфері протягом останніх 10 тис. років здійснені з використанням льодових зразків і зразків атмосфери (червоні лінії). Відповідні випромінювальні потужності показані на правих осіях великих рисунків.

### 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 (мал. 2).

Виявилось, що впродовж останніх сотень тисяч років концентрації  $\text{CO}_2$  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 сироко і лібечко, що дмуть з Лівійської пустелі, приносять із-за Середземного моря мільйони тонн піску, що покриває все навколо зловісним живим нальотом. Вже до 2020 року може роз-

танути сніг в Альпах. Льодовики там активно тануть і сьогодні. Спостереження за природними катаklізмами та моделювання можливих змін клімату, обумовлених зростанням концентрації CO<sub>2</sub> в атмосфері, показує, що парниковий ефект виявляється не тільки в глобальному потепленні, але і в збільшенні кількості циклонів у високих широтах Північної півкулі, що приводить до зміни гідromетеорологічних 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 навколошине середовище (див. Табл. 1). Мета цих досліджень – запропонувати світовій спільноті варіанти безпечноного 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.

**Таблиця 1. Сценарії викидів за Спеціальною доповіддю IPCC щодо сценаріїв викидів (Special Report on Emission Scenarios, SRES)**

Сценарії SRES не враховують додаткових ініціатив передбачених Рамковою конвенцією ООН зі зміни клімату чи запровадження обмежень на викиди за Кіотським протоколом.

**A1.** Це сімейство сценаріїв передбачає швидкий економічний розвиток людства, з піком народонаселення планети на середину століття та наступним його зниженням, зі швидким запровадженням нових ефективних технологій. Головними темами розвитку будуть зближення регіонів, накопичення потенціалу та розвиток культурних та соціальних зв'язків, суттєве зменшення відмінностей між регіонами у доходах на душу населення. Сімейство сценаріїв A1 розвивається у три окремі групи в залежності від технологічних змін у енергетичній системі. Ці три групи відрізняються за своїм технологічним наголосом: інтенсивне використання викопного палива (fossil intensive, A1FI), невикопні джерела енергії (non fossil energy sources, A1T) та збалансований розвиток усіх джерел енергії (A1B). (Баланс тут визначається як уникнення односторонньої надмірної залежності від якогось одного джерела енергії і пропорційний розвиток всіх джерел енергії, енергопостачальних та кінцевих технологій споживання).

**A2.** Це сімейство сценаріїв описує дуже гетерогенний світ. Головною темою є розвиток самодостатності та збереження локальних особливостей. Взаємозближення та забагачення між регіонами відбувається дуже повільно, що призводить до постійного зростання населення. Економічний розвиток орієнтується переважно на регіони, економічне зростання, доходи на душу населення, технологічні зміни є більш фрагментовані і повільніші з іншими сценаріями.

**B1.** Цей сценарій описує глобалізований світ з динамікою розвитку народонаселення, аналогічною сценарію A1 (пік зростання народонаселення планети в середині століття з наступним його зниженням). На відміну від сценарію A1, цей сценарій передбачає швидкі зміни економічних структур для сприяння розвитку інформаційної економіки та послуг, зниженням інтенсивності матеріального виробництва та запровадження чистих ресурсоекспективних технологій. Наголосробиться на глобальних рішеннях задля економічної, соціальної та екологічної стійкості, включно з вдосконаленою системою забезпечення справедливості, але без додаткових ініціатив на захист клімату.

**B2.** Це сімейство сценаріїв описує світ з акцентом на місцевих рішеннях для забезпечення економічної, соціальної та екологічної сталості розвитку. Це світ з постійно зростаючим народонаселенням, але повільнішим, ніж за сценарієм A2; проміжними рівнями економічного розвитку, менш швидкими та більш різноманітними технологічними змінами, ніж у сценаріях B1 та A1. Хоча цей сценарій також орієнтований на захист довкілля та соціальну справедливість, він зосереджується на місцевому та регіональному рівнях.

**Табл. 2. Прогнозовані середньосвітові зміни потепління повітря над сушою та підвищення рівня Світового океану на кінець ХХІ століття (IPCC. 2007)**

Показники	Зміна температури ( $^{\circ}\text{C}$ , 2090-2099 pp. порівняно з 1980-1999 pp.)		Підвищення рівня океану (м., 2090-2099 pp. Порівняно з 1980-1999 pp.)
	Найвірогідніші зміни	Ймовірні межі змін	
Стійкі концентрації 2000 р.	0.6	0,3 - 0,9	Не стосується
B1 сценарій	1,8	1,1 - 2,9	0,18 - 0,38
A1T сценарій	2,4	1,4 - 3,8	0,20 - 0,45
B2 сценарій	2,4	1,4 - 3,8	0,20 - 0,43
A1B сценарій	2,8	1,7 - 4,4	0,21 - 0,48
A2 сценарій	3,4	2,0 - 5,4	0,23 - 0,51
A1FI сценарій	4,0	2,4 - 6,4	0,26 - 0,59

В 2007 році був оприлюднений IV звіт IPCC 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, еспертів з більш ніж 130 країн світу були залучені до цієї роботи. Висновок одностайний: потепління кліматичної системи є безсумнівним, оскільки воно фіксується спостереженнями за підвищеннем середньорічних температур повітря та океану, поширеним таненням снігів та льодовиків та підняттям середнього рівня Світового океану.

Викиди парникових газів протягом ХХІ 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 поверхні Землі внаслідок подвоєння концентрації карбону (IV) оксиду в атмосфері. Найвірогідніші зміни та ймовірні межі потепління повітря над поверхнею суші зведені у вигляді у 6 маркерних сценаріях викидів наведені у таблицях 2 та 3.

Ймовірно, що коливання будуть в межах 2-4,5  $^{\circ}\text{C}$ . На думку вчених, уразливі екосистеми можуть постраждати вже при збільшенні температурного режиму на 1,2 $^{\circ}\text{C}$ . При потеплінні на 2,3 $^{\circ}\text{C}$  почнуться масштабніші пошкодження екосистем, а на 3 $^{\circ}\text{C}$  - початок великомасштабних незворотних пошкоджень, що може привести протягом прийдешнього тисячоліття до різкого зниження біорізноманітності на Землі (Табл.3).

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 ( $\text{CO}_2$ , 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 делті Міссісіпі і на узбережжі Атлантичного океану (мал. 3). Тут почнеться інтенсивна ерозія прибережних ґрунтів і їх руйнування під час штормів. У довгостроковій перспективі підняття рівня моря загрожує затопленням всім великим містам на східному побережжі.

## ЦЕ ЦІКАВО

- Зростання концентрацій атмосферного карбону (IV) оксиду призводить до підвищення кислотності океану. Прогнози, що базуються на сценаріях SRES, передбачають зниження середніх показників pH поверхневих вод світового океану протягом ХХІ ст. в межах 0,14–0,35 од.

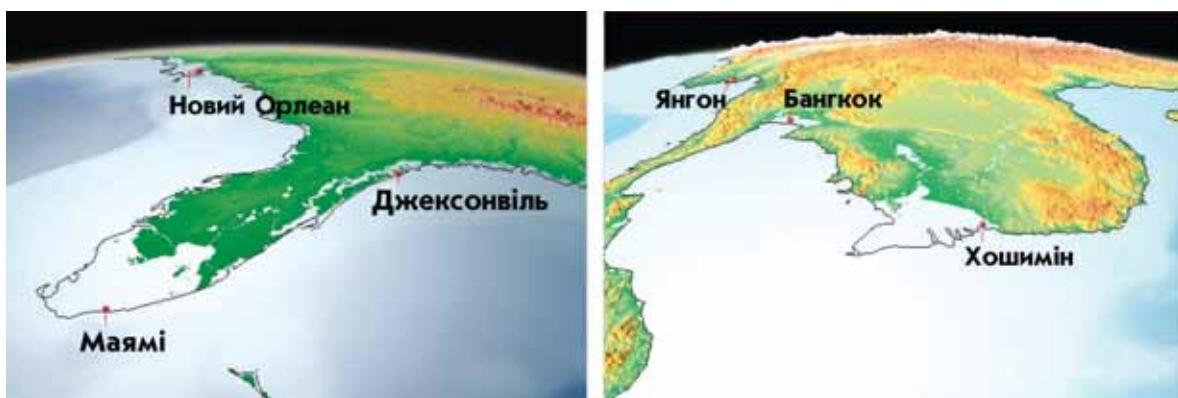
Таблиця 3. Очікуванні наслідки змін клімату при різних кліматичних сценаріях (IPCC.2007)

ПРОГНОЗ	ОЧІКУВАННІ НАСЛІДКИ
+2,4 °C	Коралові рифи практично зникають через підвищення температури води Світового океану. У Північній Америці пилові бурі завдають великих збитків сільському господарству. По мірі того, як незворотньо тане льодовий 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 °C	Тропічні ліси зникають через катастрофічні пожежі. Вся Південна Америка вкрита димом та попелом. Після того, як дим розв'ється, центральна Бразилія перетвориться у пустелю. Величезні кількості карбону (IV) 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 – вимирають. В зв'язку з таненням снігового покриву в горах мільйони людей залишаються без питної води. Пустеля Калахарі поширяється на всю південну Африку. Десятки мільйонів людей мігрують в інші міщевості та країни, що призводить до заворушень, соціальних та економічних проблем.
+4,4 °C	Зникнення льодовиків в горах та танення криги в полярних районах примушує десятки мільйонів людей емігрувати, особливо в Бангладеш, дельтах річок Нілу та Нігер, Шанхай. 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 поширяється, 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 °C	Зникає льодове 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 м 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 навколополярних зонах. Десятки мільйонів біженців прагнуть досягти Скандинавії та Британських островів. Світовий ринок продуктів зникає.
+6,4 °C	Більшість видів на планеті вимирає. 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 поширяються майже до Арктики. Планетою гуляють гіпербурі небаченої жорстокості і сили. Вони викликають шторми, які руйнують все на своєму шляху на суші. Людство зменшується до розмірів невеликих груп, яким вдається чудом виживати в приполярних зонах. З підвищенням температури більше, ніж коли-небудь за останні 400 млн. років більшість життя на планеті гине.

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



**Мал. 3. Потенційний вплив підвищення рівня світового океану на 5 м у Північні Америці (Флорида) та Південно-східній Азії (зправа). Чорною лінією показані існуючі межі суходолу.**

Джерело: UNEP/GRID-Arendal, підготовлено: W. Haxby/Lamont Doherty Earth Observatory

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 катаklіzmів в країнах, залежних від арктичних екосистем і їх фауни.

**Європа.** Зафіковане 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 і 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 південніші райони.

**Африка.** Очікується збільшення кількості і 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 сухіші, що посилює 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 вимушенні змінити своє місце проживання (мал. 3).

Число природних катаklіzmів 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.

Грозова інтенсивність і інтенсивність тропічних циклонів зросте, і в деяких районах це приведе до збільшення ризику для життя людини, руйнування нерухомості та інфраструктури.

**Океанія.** Очікуваний підйом рівня моря посилил ерозію прибережних ґрунтів, втрату суші, збільшив ризик штормового наганяння води на сушу і попадання соленої 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.

### 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 втратами енергії. Якщо підрахувати середні показники ефективності перетворення енергії на теплових станціях України і показники використання електричної енергії споживачами, то ми вимушенні констатувати, що в цьому процесі втрачається до 73 % енергії, тобто використовується тільки до 27 % первинної енергії. Решта частини у вигляді втрат потрапляє в навколошнє середовище, викликаючи забруднення атмосфери шкідливими речовинами і парниковими газами (зокрема  $\text{CO}_2$ ) 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

енергоспоживання з позиції енергобезперебійності, якості енергії і надання енергетичних послуг, доступних за ціною і прийнятних по екологічних наслідках, в першу чергу прийнятних щодо викидів  $\text{CO}_2$ .

### 1.6. Чи зможемо ми своєчасно пристосуватися до умов, що змінюються?

Чи здатна буде кожна держава світу забезпечити захист свого населення від екологічних катаклізмів, якими супроводжуватимуться різні зміни клімату? Мабуть, ні.

Нерівномірний розподіл матеріальних і фінансових ресурсів ставить під загрозу виживання мільйонів людей у країнах, що розвиваються через відсутність можливостей для захисту та ліквідації наслідків повеней, циклонів, голоду, ліквідації вогнищ небезпечних інфекційних захворювань, спричинених глобальними змінами клімату.

За даними Всесвітньої Організації Охорони Здоров'я із-за коливань клімату щорічно вже вмирають близько 160000 чоловік, а до 2020 року ця цифра може подвоїтися. В країнах Азії, Африки, Індії, Центральної та Південної Америки вже зараз спостерігається велика кількість природних катаклізмів. А якщо глобальне потепління і надалі відбудуватиметься такими стрімкими темпами, то, як прогнозують експерти, мільйони людей будуть вимушенні покинути свої будинки і мігрувати в інші, сприятливіші для проживання райони. Але де їх чекають і куди їм йти? Більшість країн у цих регіонах належить до країн, що розвиваються, і саме тому найменше винних у катастрофі, що наближається.

Системне узгодження та збалансування соціальної, економічної і екологічної складових з питаннями пом'якшення змін клімату та стало-го розвитку на міжнародному рівні є завданням величезної складності. Вирішення цих завдань - найголовніший виклик сьогодення для національних урядів, авторитетних міжнародних організацій та усіх прогресивних людей світу.

# Енергоспоживання



## РОЗДІЛ II. 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 і майбутньому визначаються трьома основними процесами: темпом зростання чисельності населення, рівнями економічного і технологічного розвитку. Вчені прогнозують неухильне збільшення енергоспоживання.

### 2.2. Історія енергоспоживання

Усі форми життя і всі суспільства повсякчас споживають енергію. У цьому параграфі ми дізнаємося про те, як люди змогли досягти нинішнього рівня споживання енергії.

#### Енергоспоживання на різних рівнях розвитку суспільства

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



ми 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 розширивали 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 додори, 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.

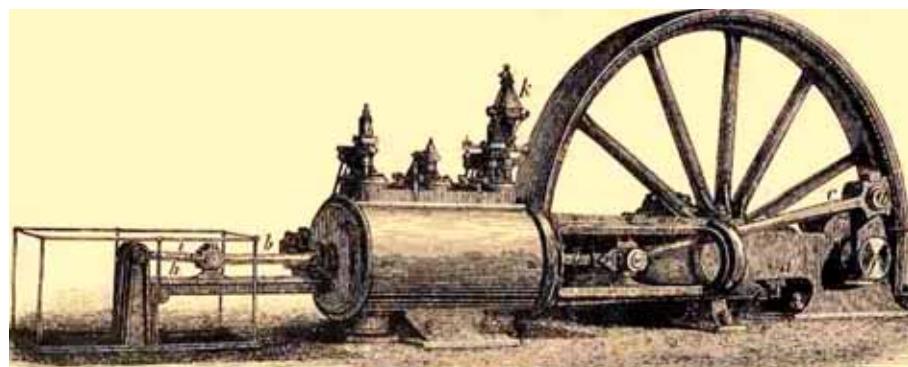
Оволодіння енергією і новими методами її споживання дало людям змогу поступово відмовитися від ручної праці, а також сприяло зміні соціальної структури суспільства. Так, у первісному суспільстві мисливців і хліборобів вождям найчастіше доводилося полювати і збирати врожай разом з іншими членами племені. У ранніх землеробських суспільствах з одного посіянного кілограма пшениці збирали від трьох до десяти кілограмів урожаю. А коли утворився

надлишок продовольства, то з'явилася можливість виділити його на утримання вождів, лікарів, священиків і воїнів. Ці люди не займалися рільництвом, але вони забезпечували стабільність і безпеку хліборобів, які, натомість, могли зосередитися на збільшенні виробництва їжі й 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. Надлишки 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 привели до структурних змін у системі використання енергії на всіх рівнях.

У 1784 р. Джеймс Уатт одержав патент на першу універсальну парову машину (мал. 4). 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 згоряння. Люди одержали транспорт для швидкого пересування, а на зміну сільськогосподарським тваринам прийшли трактори.

Два грандіозні переходи спричинили значні структурні зміни у занятості людей, розподілі праці та міжнародній торгівлі. Якщо порівняти історію розвитку енергетики із соціальним розвитком суспільства, то між ними простежується очевидний зв'язок. Зростання енергетич-



Мал. 4. Парова машина

них потреб людства відбувалося паралельно з активізацією процесів урбанізації та стрімким розвитком промислового виробництва.

Некомерційне використання різних джерел енергії (біomasи: деревина, солома й інші відновні джерела енергії, на придбання яких людина не витрачала кошти) перетворюється на комерційне; на зміну твердим енергоносіям (традиційна біomasа 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 мірошицьких 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.

### 2.3. Від невідновлюваної до відновлюваної енергії

Отже, історію енергоспоживання людство розпочало з дбайливого використання поновлюваних джерел енергії, а згодом перейшло до безглаздої експлуатації невідновлюваних джерел.

Згадаймо історію мореплавства. Спочатку людина ретельно застосовувала свою м'язову енергію, рухаючи човни веслами. Потім вона навчилася послуговуватися вітром і морськими течіями. У XIX ст. конструкції вітрильних суден досягли досконалості, й ефективність використання енергії вітру була максимальна на той час. Але вимоги до швидкості руху кораблів постійно зростали, і наприкінці XIX - на початку XX ст. людство поступово стало запроваджувати потужніші й досконаліші двигуни, що працювали на енергії вугілля, нафти, а в другій половині ХХ ст. - урану (атомні криголами, атомні підводні човни).

Іншим показовим прикладом є виробництво їжі, в основу якого покладено фотосинтез. Він дозволяє перетворювати сонячну енергію на харчові (та деякі нехарчові) продукти. Фермери вкладають у цей процес додаткову енергію. Це може бути м'язова енергія самого фермера, енергії робочих тварин, тракторів, добрив, зрошуvalьних систем тощо.

Минуло багато років відтоді, як у Європі перестали використовувати мотики, але вони все ще залишаються знаряддям праці для 460 млн. чоловік в усьому світі. Здавалося, в Європі остаточно

Таблиця 4. Структура електроспоживання в Україні по секторах споживачів у різні роки

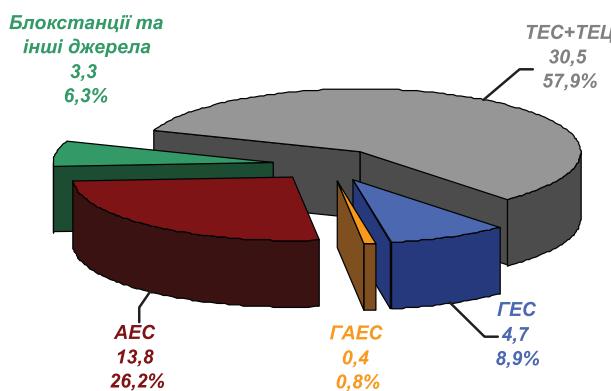
Структура споживання	1990 р.	2001 р.	2007 р.	2009 р.
Промисловість	64,5%	56,9%	55,6%	47,6%
Сільгоспспоживачі	9,0%	3,4%	2,3%	2,5%
Транспорт	6,3%	7,3%	6,7%	6,2%
Комунально- побутові споживачі	8,0%	10,9%	11,4%	13,2%
Населення	9,4%	18,3%	19,5%	25,6%
Інші	2,9%	3,2%	4,5%	4,9%
Разом	100%	100%	100%	100%

Джерело: Міністерство палива та енергетики України, 2010

відмовилися від використання в сільському господарстві робочих тварин, але їхня праця усе ще потрібна майже 260 млн. людей. У сільському господарстві задіяно 335 мільйонів коней, волів, верблів і віслюків.

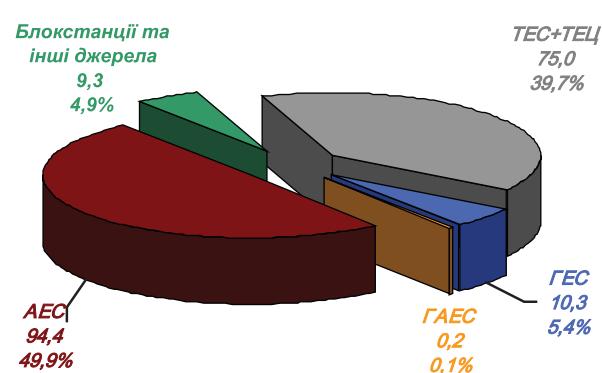
У сільськогосподарському виробництві з використанням ручних знарядь праці або робочих тварин енергія, що міститься в продукті, у багато разів вища за енергію, витрачену на виробництво цього продукту. У сучасному механізованому сільському господарстві, навпаки, витрачена енергія часто набагато більша, ніж енергія, що міститься в продукті. Ця так звана субсидована енергія майже завжди при зворотному відстеженні приводить до нафтових джерел.

52,7 тис. МВт – сумарна встановлена потужність



a)

189,2 млрд. кВт год. – сумарна вироблена електрична енергія



б)

Мал. 5: а – структура встановленої потужності виробництва електричної енергії (Україна, 2007 р.); б – структура вироблення електричної енергії (Україна, 2007 р.).

На шляху до більш технологізованого суспільства ми стали залежними від непоновлюваних джерел енергії та електричної енергії. В Україні 45% електроенергії виробляється на теплових електростанціях, що працюють на непоновлюваних енергоджералах: газі, нафтопродуктах, вугіллі (мал. 5). Ми навіть не усвідомлюємо, наскільки електроенергія і нафтопродукти впливають на наше життя. Важко собі уявити, до якого хаосу може привести зникнення електрики! Проте у сучасному технічно розвинутому суспільстві використання невідновлюваної енергії надто поширене і безупинно зростає.

#### 2.4. Енергія з різних джерел

Якщо не враховувати обмежене використання енергії вітру й води, розвиваючись, цивілізації діставали енергію і матеріали переважно із біомаси. Активне використання деревини виснажило її запаси, і люди були вимушені шукати інші види палива. Першим відомим в історії викопним паливом, що широко використовувалося людством, було вугілля.

Згодом на зміну вугіллю прийшла нафта. З XIX століття спостерігається перерозподіл часток різних первинних енергоджерел у всесвітньому енергопостачанні. Одночасно з розвитком цивілізації відбувався повільний перехід від традиційних відновних джерел енергії до викопного палива. Вугілля і деревина були головними джерелами енергії до кінця XIX ст. Так, напередодні Першої світової війни вугілля задовольняло близько 2/3 всесвітніх енергетичних потреб. В той же період нафта становила тільки 2% усіх енергоджерел.

Подальший бурхливий розвиток ринку нафти був обумовлений, з одного боку, зростанням її використання як палива, а з іншого - величезними потребами в ній як сировині для хімічної промисловості. Розвивався ринок наftovих продуктів, розширювалося і використання природного газу, спочатку як побічного продукту виробництва нафти, а згодом як основного енергоносія. Це частково пояснює зниження частки споживання нафти, що відбулося у 80-х роках ХХ ст., коли при виробництві енергії почали комбіноване використання вугілля, нафти і природного газу.

Але загалом споживання невідновлюваних джерел енергії в усьому світі продовжує зростати. З прогнозу виробництва енергії до 2050 р.(мал. 7)



**Майже 20% населення в індустриалізованій частині планети споживають 60% загальної кількості енергії, тоді як інші 80% мешканців країн, що розвиваються, використовують лише 40% загальної кількості енергії.**

видно, що в період 2030-2035 рр. передбачається рівновага у використанні невідновлюваних і відновлюваних джерел енергії, після чого прогнозується посилення орієнтації на відновлювані джерела енергії, що чимось нагадує кінець XVIII ст., коли після нетривалої рівноваги між різними джерелами енергії відбувся перехід від переважного використання відновлюваних до невідновлюваних джерел.

#### Подумайте і дайте відповідь

1. Де зараз використовується м'язова енергія людини?
2. Чи позначається коливання цін на нафтопродукти на цінах на продукти харчування? Чому?
3. Як ви розумієте вислів: “Контроль над енергією забезпечує владу”?
4. 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;
  - деревина;
  - вугілля.



**Мал. 6. Нерівномірний розподіл енергії у суспільстві : високогірні райони Карпат (зліва) та центр міста Києв (зправа)**

## 2.5. Нерівномірний розподіл енергії

Енергію використовують в усьому 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 прогрес починають відігравати помітну роль.

З підвищеннем життєвого рівня потреби людини зростають. Так, інтенсивний розвиток транспорту зробив доступним практично будь-який куточек Землі. Тільки в Україні транспорт споживає близько 10 мільйонів тонн бензину та дизельного пального 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 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 (табл.5).

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 спо-сіб 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 (мал. 6). По-друге, звіти містять тільки комерційне енергоспоживання. Наприклад, у багатьох країнах деревина й досі 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 (табл.4).

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.

## 2.6. Контроль над енергією забезпечує владу

Уся історія енергоспоживання свідчить про те, що владу має той, хто контролює енергоджерела.

Взаємозв'язок між владою і контролем над енергоджерелами є, можливо, однією з головних причин того, що сонячна енергія дотепер не знайшла широкого застосування. Сонячна енергія надходить на Землю у величезній кількості, але вона розсіяна по всій території Землі, і жодна людина не може взяти її під контроль. Саме через це її найкраще використовувати на маленьких електростанціях, які доступні практично кожному. Тому використання сонячної енергії не призводить до централізації та концентрації влади, як у випадку з великими теплоелектростанціями. Потужні електростанції доцільні тільки в густонаселених місцях, де необхідно багато енергії, але в умовах зосредження потужних енергоджерел в одних руках велика кількість людей одразу стає залежною від такого постачальника, що може бути використано в інтересах влади. В

масштабах держави контролю над енергоресурсами та їх споживанням означає енергетичну безпеку. Для України, як держави, що залежить від експорту енергоносіїв, та має надзвичайно високу енергоємність виробництва, питання забезпечення ефективного використання власної паливно-енергетичної бази та розширення джерел і шляхів постачання енергоресурсів Україні є надзвичайно важливими складовими національної безпеки та незалежності.

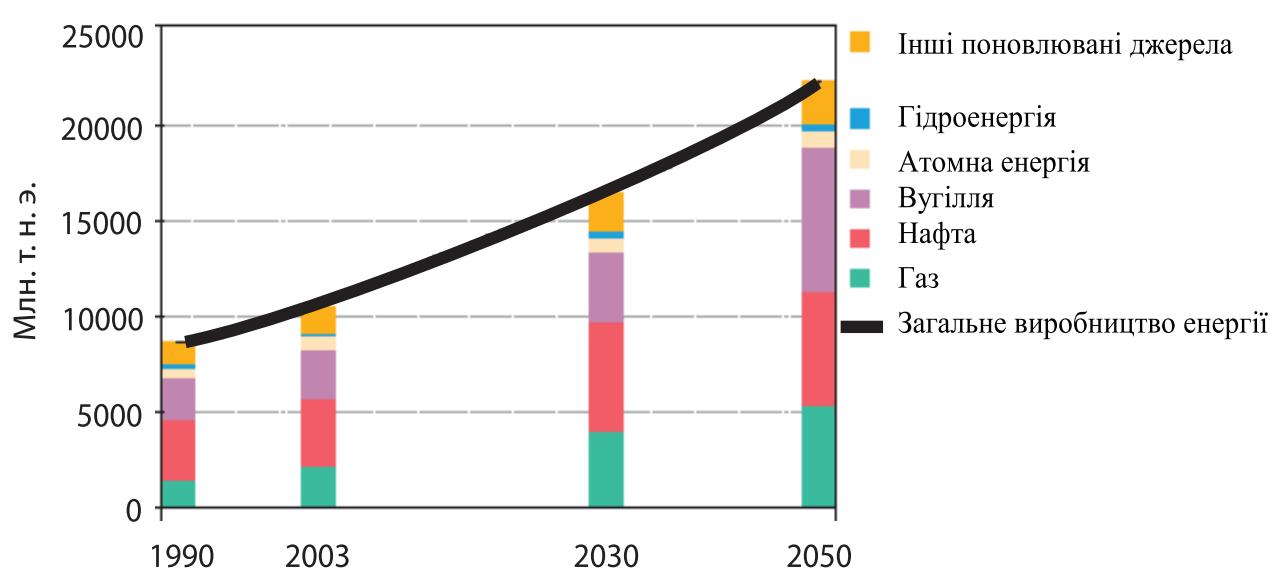
## 2.7. Енергія і довкілля: наслідки неконтрольованого та нерационального енергоспоживання для довкілля

*Для досягнення сталого розвитку захист довкілля повинен становити невід'ємну частину процесу розвитку і не може розглядатися у відриві від нього.*

(Декларація з навколошнього середовища та розвитку. Принцип 4, Ріо-де-Жанейро, 1992)

Добро і зло завжди співіснували. От так і використання енергії має свої переваги і вади, які треба чітко собі уявляти.

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).



Мал. 7. Глобальне споживання первинних енергоресурсів в Базовому сценарії \*

Важливий висновок: в базовому сценарії споживання енергії в 2003-2050 рр. зросте в 2 рази, при цьому найбільше зростання припадає на вугілля. (\* Джерело: МЕА – 2006)

**Таблиця 5. Деякі макроекономічні показники вибраних країн та груп країн в 2007 році**  
 (джерело: Key Energy Statistic, IEA, 2009)

Країна	Населення (млн.)	СПЕн.е**, (млн. тн. е.)	СПЕн.е/населен., (тн.е.)	Викиди CO <sub>2</sub> / населення, (т/люд.)
ОЕСР***	1185	5497	4,64	10,97
ЕксСССР	284	1019	3,59	8,50
Країни Європи не члени ОЕКР	53	106	1,99	5,10
Австралія	21,14	124,07	5,87	18,75
Австрія	8,32	33,18	3,99	8,38
Білорусь	9,70	28,05	2,89	6,46
Німеччина	82,26	331,26	4,03	9,71
Данія	5,46	19,65	3,60	9,24
Китай	1319,98	1955,77	1,48	4,57
Польща	38,12	92,11	2,55	7,99
Росія	141,64	672,14	4,75	11,21
США	302,09	2339,94	7,75	19,10
<b>Україна</b>	<b>46,38</b>	<b>137,34</b>	<b>2,96</b>	<b>6,77</b>
Франція	63,57	263,72	4,15	5,81
Чехія	10,32	45,76	4,43	11,83
Японія	127,76	513,52	4,02	9,68
<b>Світ</b>	<b>6609</b>	<b>12029</b>	<b>1,82</b>	<b>4,38</b>

\* – приведено до вартості долара в 2000 р.

СПЕн.е\*\* – річне споживання первинної енергії в нафтовому еквіваленті

ОЕСР\*\*\* – об’єднання країн по економічному співробітництву і розвитку

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.

### 2.7.1. 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 або вона відбудеться дуже швидко, то частина видів буде вимушена переміститися в інші райони, пристосуватися або загинути. Температура довкіл-

ля є однією з найважливіших умов існування життя. На Землі підтримання певної температура атмосфери забезпечують випромінювання Сонця та парниковий ефект. Тому на відміну від багатьох інших планет у Всесвіті, на Землі склалися унікальні природні 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 невідновлюваних видів палива. Адже якщо зростання запасів біопалива буде дорівнювати його споживанню, то збільшення вмісту карбону (IV) оксиду в атмосфері 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 парниковых 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 (IV) 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 ферментация 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 привести до серйозних соціально-економічних зрушень.

Фахівці з клімату вважають, якщо ми не знизимо викиди парникових газів у атмосферу, то до кінця ХХІ 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 останні 150 000 років. Щоправда, деякі вчені вважають дані про зростання температури Землі перебільшеними. Але краще переоцінити небезпеку, ніж недооцінити її, чи не так?

### 2.7.2. 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 Сульфуру та оксиди Нітрогену. Перші відомості про негативні наслідки зрослого 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 (кис-



Мал. 8. **Наслідки ураження хвойних дерев кислотними опадами.**

лотний туман), що випадають на Землю у вигляді кислотних опадів (дощ, сніг, град, тумани). Кислотні опади негативно впливають на людей, врожай, споруди і т. ін (мал. 8)

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'їсти скло - плавикову. Уявіть собі, якої шкоди завдає такий дощ довкіллю.

Кислотні опади порушують 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.

## ЦЕ ЦІКАВО

■ Кислотність сполуки виражається показником pH. Поширеніший термін “кислотні дощі” означає опади кислотністю pH менше 6,5. “Нейтрально” чиста вода має pH 7. Всі показники менше 7 означають збільшення кислотності. Іноді pH сучасних дощів сягають показника 3 чи навіть нижче! Це відповідає кислотності оцту.



## ПРАКТИКУМ

### Парниковий ефект

Спробуємо зmodелювати парниковий ефект. Для цього вам знадобляться два термометри з однаковою шкалою. Вони повинні уміститися в банках з кришками, що закручуються. В одну банку покладіть шматочок чорного матового картону, що закріє зсередини приблизно половину банки. Термометр у банці повинен знаходитися в затемненій картоном частині. В іншій банці таким самим чином розташуйте алюмінієву фольгу. Термометр повинен також знаходитися у притіненому місці. Поставте банки на відкритому сонці одну біля одної на що-небудь, що може правити за теплоізоляційний матеріал, наприклад, на картон або дерев'яну підставку. Переконайтесь, що термометри містяться в затемнених частинах банок.

Слідкуйте за показаннями термометра. Незабаром ви переконаєтесь, що температура піднімається швидше в банці з чорною картонкою.

Що ж відбувається? Сонячні промені, які доходять до нас, мають короткі й довгі електромагнітні хвилі. Короткі - це світло, їх потужність більша, довгі - це теплове випромінення. Скло легко пропускає короткі хвилі (світло), але погано - довгохвильове (теплове) випромінення. У банці з алюмінієвою фольгою промені відбиваються від металу. Довжина хвиль залишається незмінною, і тому промені залишають банку так само легко, як і потрапляють в неї.

У банці з чорною картонкою сонячні промені поглинаються картонкою. Сонячна енергія нагріває картонку, її температура підвищується. Нагріта чорна картонка сама випромінює енергію, але довжина хвилі цих променів більша, ніж у сонячних променів, і вони не можуть вийти назовні через скло. Енергія теплового випромінювання залишається в банці, збільшуючи температуру повітря в ній.

У такий же спосіб діє атмосфера Землі. За відсутності атмосфери температура на Землі була би  $-18^{\circ}\text{C}$  на сонячній стороні.

Поширюється так звана суховерхість (мал. 8). 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 валняні 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 кислі опади спостерігаються приблизно у 10% досліджених дощів. Кислі 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.

### 2.7.3. Смог

Термін "смог" означає сильне забруднення приземного шару повітря у великих містах та промислових районах, зумовлене викидами промисловості, автотранспорту та забрудненням атмосфери хімічними сполуками (мал. 10). Вперше він був зафікований 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 містять оксиди Нітрогену;
- пов'язаний із забрудненням повітря викидами, що містять оксиди Сульфуру.

Перший тип смогу – лос-анджелеський (фотохімічний) утворюється в ясну сонячну погоду при низькій вологості і температурі, що перевищує 30 °C, 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 °C, 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 збільшилася у 10 разів. Так, у 1952 році протягом трьох тижнів у Лондоні від смогу померло 4000 чоловік.

Сьогодні смог є звичайним явищем (мал. 9). У великих містах існують спеціальні системи по-передження для оповіщення населення про загрозливу 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 зменшення 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.

## 2.14. 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.



**Мал. 9. Смог над містом**

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, спричиняє підвищення температури на 6-8 °C, 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

### Особливості утворення смогів

Смоги	Сприяльна температура	Відносна вологість, %	Швидкість вітру, м/с	Час утворення	Розміри
Лос-Анджелеський	24..32°C	60..70	штиль	літо-осінь (полудень)	до 1000 км <sup>2</sup>
Лондонський	-1..4°C	80..100	0..3	пізня осінь-зима, (ранковий час)	до 1000 км <sup>2</sup>

бути настільки великі, що площа плям нагрітих вод може досягати 30 км<sup>2</sup>. Найпростішим методом запобігання цьому є повторне використання води після її охолодження у спеціальних водоїмищах. Але, на жаль, це не завжди можливо.

### 2.7.5. Локальні зміни клімату

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.

### 2.8. Енергетичні кризи

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?



Мал. 10. Промисловий ландшафт сучасного міста

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 найжорстокі-

## ЦЕ ЦКАВО

- Світова середня температура поверхні землі збільшилася на 0,4-0,6 градусів за Цельсієм з кінця 19-го століття.
- 10 найтепліших років 20-го століття спостерігалися в останні 15 років нашого століття.
- 1998 рік був найтеплішим зареєстрованим роком у 20-му столітті.
- Кількість світових опадів збільшилася приблизно на один відсоток.
- Снігові покрови 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 2-5 сантиметри підйому було спричинено льодовиків, ще 2-7 сантиметри – розширенням води в океанах внаслідок зростання температури води в океані.

## 2.9. Прогнози на майбутнє

шу 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 дорожчає, і для багатьох людей вартість палива, що витрачається на готовування 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 спуст逐ювання і, зрештою, змушує людей залишати своїй 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 кізяк використовуються як паливо, життєво необхідні добрива не потрапляють у землю. Це знижує врожайність землі і якість пасовищ, які 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.

У звіті Міжнародної комісії ООН з навколошнього середовища і розвитку сьогоднішня енергетична ситуація описана так:

*“Ми не можемо жити без енергії в тій або іншій формі. Майбутній розвиток цілком залежить від доступних видів енергії з надійних відновлюваних джерел, що є безпечними і не шкодять шкоди довкіллю. На даний момент ми не маємо жодного універсального джерела, яке б могло забезпечити нас у майбутньому відповідно до наших потреб”.*

Населенню Землі в найближчому майбутньому необхідно змінити свої погляди на використання невідновлюваних джерел енергії, оскільки запаси їх досить відчутно вичерпуються, а їх інтенсивне використання загрозливо забруднює навколошнє середовище. Найпростіший спосіб зменшити забруднення довкілля - витрачати енергію розумніше.

Ще перспективнішим щодо збереження якості довкілля є зменшення використання невідновлюваних джерел і збільшення частки відновлюваних джерел енергії.

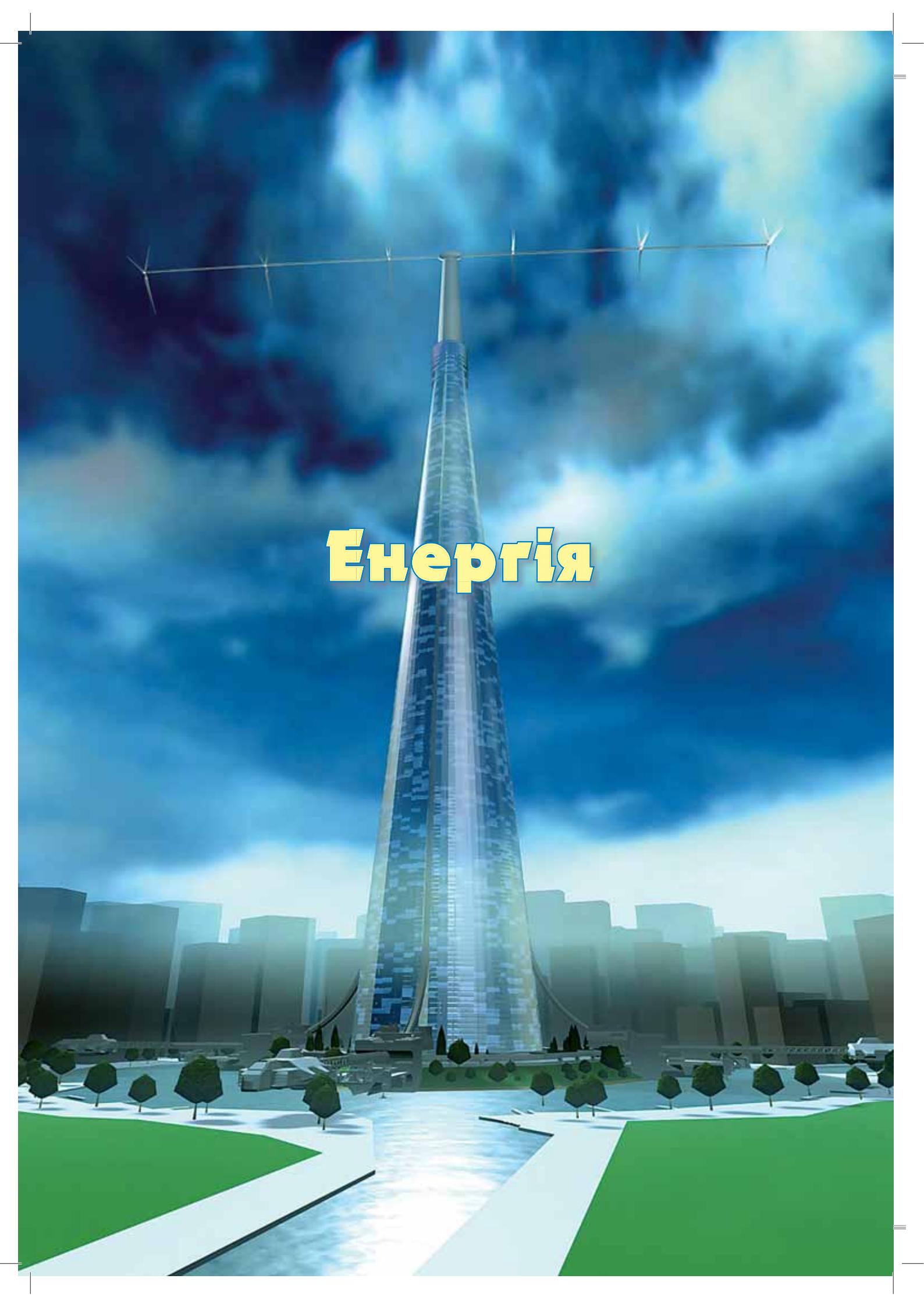
Світова енергетична система, що зароджується, базуватиметься передусім на ресурсах, достатніх на нашій пла-

неті: вода, сонце, вітер, біомаса, припливи, гейзери. Уже сьогодні ми бачимо, що відновлювані енергоджерела можуть успішно конкурувати з будівництвом нових АЕС. Але для того, щоб відновлювані джерела енергії прийшли на зміну невідновлюваним, потрібен певний час. Саме тому важливо ощадливо ставитися до використання енергії і використовувати лише стільки енергії, скільки необхідно, і не більше.

Проблема, яка посталася перед нами, величезна, і кожний у міру своїх сил повинен зробити свій внесок у її вирішення. Ми можемо почати з найпростішого: навчитися використовувати енергію, що є в нашому розпорядженні, настільки ефективно і безпечно для навколошнього середовища, наскільки це можливо. Отже, заощаджуючи енергію, ми зупиняємо глобальне потепління та зберігаємо довкілля.

### ДЛЯ ОБГОВОРЕННЯ

Уявіть собі, що на Землі закінчилися запаси нафти (не нескінченні ж вони). Що зміниться в повсякденному житті людей? Які товари і послуги зникнуть з побуту?



Енергія

## РОЗДІЛ III. ЕНЕРГІЯ

### 3.1. Енергія вічна

Перш, ніж розпочати пошук способів розумного споживання енергії, ми повинні з'ясувати, що ж таке енергія, чим вона вимірюється та яким законам підпорядковується.

Більшість учених-астрофізиків вважають, що наш Всесвіт виник близько 20 мільярдів років тому. Тоді вся енергія і маса були спресовані у дуже малому об'ємі, можна сказати, в одній точці. Енергія не могла втриматися у такому стані. У результаті відбувся так званий Великий Вибух, і наш Всесвіт почав розширюватися. Потреби докладно вивчати зараз цю теорію немає - важливо те, що енергія існувала з самого початку й існуватиме вічно. То що ж таке енергія? Це запитання так легко сформулювати і так важко дати на нього відповідь. Понемо з того, що енергія - це абстрактне поняття, яке запроваджене фізиками, щоб описувати єдиними термінами різні явища, пов'язані з теплотою і роботою.

Це виявилося дуже зручно, і тепер енергія є фундаментальним поняттям не тільки усіх природничих наук, а і в усіх сферах життя. Ми кажемо: "Він - енергійна людина" - усім зрозуміло щодо яких рис людини йдеється. Адже навіть процес мислення потребує енергії.

Кожний організм у процесі своєї життєдіяльності використовує різні види енергії. Вона лежить в основі фізіологічних та біохімічних процесів, що відбуваються всередині організму.

Для того, щоб міркувати про те, як забезпечити майбутнє людство енергією, потрібно докладно пізнати її властивості. Якщо ви зазирнете дещо глибше в природу енергії, то отримаєте ключ до розуміння багатьох проблем довкілля і пе-

реконаетесь в необхідності пошуку нових шляхів отримання енергії в майбутньому. Знайомство з проблемами енергоспоживання допоможе вам сформувати власний спосіб мислення. У вас з'являться навички, потрібні для життя в суспільнстві майбутнього.

### 3.2. Енергія: форми (види), властивості, кількість та якість

Найвища гора світу Еверест має висоту 8848 м. над рівнем моря; її вершина завжди покрита білим снігом. Температура в глибині Сонця сягає майже 20 млн. °С. Швидкість поширення світла у вакуумі становить 300 000 км/сек. Ми описуємо предмети і явища, користуючись такими фізичними поняттями і величинами, як колір, маса, температура, швидкість тощо. Не всі ці величини використовуємо одночасно або не всі вони однаково важливі для нас. Проте одна величина – енергія – присутня завжди і скрізь.

Енергія виявляється в різних формах (видах). Згідно з уявленнями фізики енергія – це універсальна міра руху матерії, характеристика здатності тіл до взаємодії між собою (мал. 11).

Існують різні класифікації видів і форм енергії. З деякими з них люди часто зустрічаються в своєму повсякденному житті: механічна (кінетична та потенційна), електрична, електромагнітна, теплова та хімічна.



Мал. 11. Потенційна енергія взаємодії двох небесних тіл

Усе, що рухається, завдяки цьому рухові володіє кінетичною енергією. Кінетична енергія це енергія руху. Чим швидше рухаються тіла, тим більшою енергією вони володіють. До неї відносять механічну енергію руху тіл, але теплова енергія, зумовлена рухом молекул, безпосередньо не належить до механічної кінетичної енергії.

Якщо між тілами, які знаходяться на відстані одне від одного, діє сила (наприклад, сила



## ПРАКТИКУМ Як я використовую енергію?

Які ваші дії впродовж дня потребують затрат енергії? Який вид енергії витрачали ви в кожному випадку?

тяжіння між Землею та Місяцем), то ці тіла володіють потенційною енергією. Потенційна енергія це енергія взаємодії. До неї належать: енергія мас, що притягаються за законом всесвітнього тяжіння; енергія розташування однорідних частинок, наприклад, пружного деформованого тіла (пружини чи м'яча). Вона входить також до складу теплової та хімічної енергії. Вона залежить від розміщення тіл відносно одне одного, тому можна сказати, що потенціальна енергія - це енергія розташування. Потенційна енергія готова вирватися назовні, перетворитися на енергію руху. Тому її називають "потенційною", тобто прихованою, можливою.

Як ми згадували раніше, існують інші види і форми енергії. Можна говорити про м'язову енергію людини і тварин, припливну (енергію морських припливів), енергію хвиль, вітрову енергію, біоенергію. До того ж, енергія

може перетворюватися з одного виду в інший. Так, коли ми спалюємо деревину в пічі, хімічна енергія, накопичена в дровах, звільняється і переходить у теплову. Ядерна енергія перетворюється на електричну на атомних електростанціях. Електрична енергія у лампі розжарювання перетворюється в теплову та світлову енергії.

Кожен вид енергії важливий сам по собі, але важливіше те, що відбувається, коли енергія переходить з однієї форми в іншу. Якщо м'яч тримати на витягнутих руках, то він буде володіти потенційною енергією відносно поверхні Землі. Коли ми випустимо м'яч і він буде падати, його потенційна енергія перейде в кінетичну (мал. 12). Всі предмети під час руху мають кінетичну енергію. Якщо предмет зупиняється, його кінетична енергія переходить в іншу форму. Поміркуйте над похмурим висловом: "Вбиває не швидкість, з якою рухаєшся, а раптова зупинка".

Це дві прості ілюстрації загального правила: кожен раз, коли енергія змінює форму, щось відбувається; і навпаки, кожен раз, коли щось відбувається, енергія змінює форму.

### Енергія - міра того, що може відбутися (міра здатності тіл до взаємодії)

Якщо узагальнити все, що ми дізналися про енергію, можемо сказати: енергія - це те, що змушує що-небудь відбутися. Енергія може змушувати до взаємодії, пов'язаної з переходом енергії в іншу форму. Але не думайте, що знаєте тепер, що таке енергія. Жоден відомий фізик не дасть вам відповіді на запитання: "Що таке енергія?" Вона просто існує, і все. Якщо енергія існує, треба вміти її вимірювати. Енергія вимірюється в джоулях (Дж) та інших



Мал. 12. Перетворення потенційної енергії в кінетичну

одиницях. Один поштовх серця потребує енергії приблизно в 1 Дж. Щоб закип'ятити воду для горнятка кави, необхідно, як мінімум, 72000 Дж. У побуті електроенергія вимірюється у кіловат-годинах (кВт·год).

Так 1 кВт·год – це приблизно та кількість енергії, яка потрібна, щоб розігнати 10-тонну вантажівку з місця до швидкості 100 км/год. Стільки ж енергії даремно витрачає за добу залишена увімкненою в кімнаті 40-ватна лампа. Коли ви розповідаєте, за скільки годин доїхали від Києва до Чернігова, вам, напевно, доводиться користуватися поняттям швидкості. Якщо відстань між цими містами дорівнює 150 км, а ви їхали 5 годин, ваша швидкість була низькою - 30 км/год. Якщо ви скажете, що ця подорож тривала 30 хвилин – вам не повірять: сучасні потяги чи автомобілі не рухаються так швидко. Таким чином, швидкість це те, що характеризує вашу моторність.

$$\text{швидкість} = \frac{\text{пройдений шлях}}{\text{час}}$$

У багатьох випадках корисно мати величину, котра показує нам, як швидко перетворюється (чи використовується) енергія. Від цього залежить, наскільки яскраво буде світити електрична лампа, як швидко в електрочайнику закипить вода, як гучно буде грати програвач. Цю величину називають потужністю.

Потужність – міра швидкості, якою витрачається енергія.

Потужність розраховується так само, як швидкість:

$$\text{потужність} = \frac{\text{використана енергія}}{\text{час}}$$

Велика потужність означає, що значна кількість енергії використовується за малий проміжок часу. Потужність вимірюється у ватах (Вт), тобто 1 ват потужності – це робота в 1 джоуль, виконана за 1 секунду. Чим менший час виконання роботи, тим більша потужність енергоджерела.

Витрати електроенергії реєструються за допомогою електролічильника. Чим швидше змінюються на ньому цифри, тим більше енергії за одиницю часу використовуєте, тобто тим більша загальна потужність увімкнених вами електроприладів.

## Подумайте і дайте відповідь

- Подивіться навколо, назовіть предмети, які володіють потенціальною енергією.
- Наведіть приклади тіл, що володіють кінетичною енергією.
- Як ви гадаєте, якою енергією володіють:
  - полум'я свічки;
  - літак;
  - батарейка в калькуляторі;
  - вийнятий з печі хліб.
- Чому на 5 поверх підійматися сходами важче, ніж на другий?
- У якому випадку витратите більше електричної енергії: увімкнувши настільну лампу потужністю 60 Вт протягом 3 годин, чи увімкнувши електричний чайник потужністю 600 Вт на 10 хвилин?

Потужність сонячного випромінювання, яке припадає на нашу планету, в багато разів більша за потужність джерел енергії, які використовує людина. На 1 км<sup>2</sup> поверхні Землі припадає середня потужність випромінювання Сонця  $17 \times 10^4$  кВт і середня потужність використання первинних енергоресурсів приблизно 19 кВт. Ці потужності істотно, майже у  $10^4$  рази, різняться між собою. Але сумарна потужність усіх електростанцій світу сьогодні вже порівнюється з потужністю багатьох явищ природи. Так, середня потужність повітряних течій на планеті становить  $(25...35) \times 10^9$  кВт. Такої ж величини середня потужність ураганів  $(30...40) \times 10^9$  кВт. Сумарна потужність припливів дорівнює  $(2...5) \times 10^9$  кВт. Порівнюючи потужності, треба враховувати, що, крім стаціонарних електростанцій, є установки. Наприклад, потужність усіх пасажирських літаків на планеті складає не менше  $0,15 \times 10^9$  кВт, що порівнянне з потужністю всіх електростанцій країн СНД.

### 3.3. Енергетичні закони: закон збереження енергії та закон якості енергії

Існують два фундаментальні енергетичні закони. У цих законів багато назв, і формулюються вони по-різному. Перший закон часто називають Закон збереження енергії, а другий - Закон якості енергії. Їх неможливо порушити: вони діють скрізь і завжди, незалежно від нашого бажання і навіть незалежно від того, знаємо ми їх чи ні. Образно перший закон можна назвати законом кількості, а другий - законом якості енергії. Незабаром ви дізнаєтесь чому.



## ПРАКТИКУМ

### Вимірювання енергії вдома

#### Запишіть використану за останні 24 години енергію

Квт\год	Понеділок	Вівторок	Середа	Четвер	П'ятниця	Субота	Неділя
20							
19							
18							
17							
16							
15							
14							
13							
12							
11							
10							
9							
8							
7							
6							
5							
4							
3							
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, використаної у вашому будинку протягом тижня.

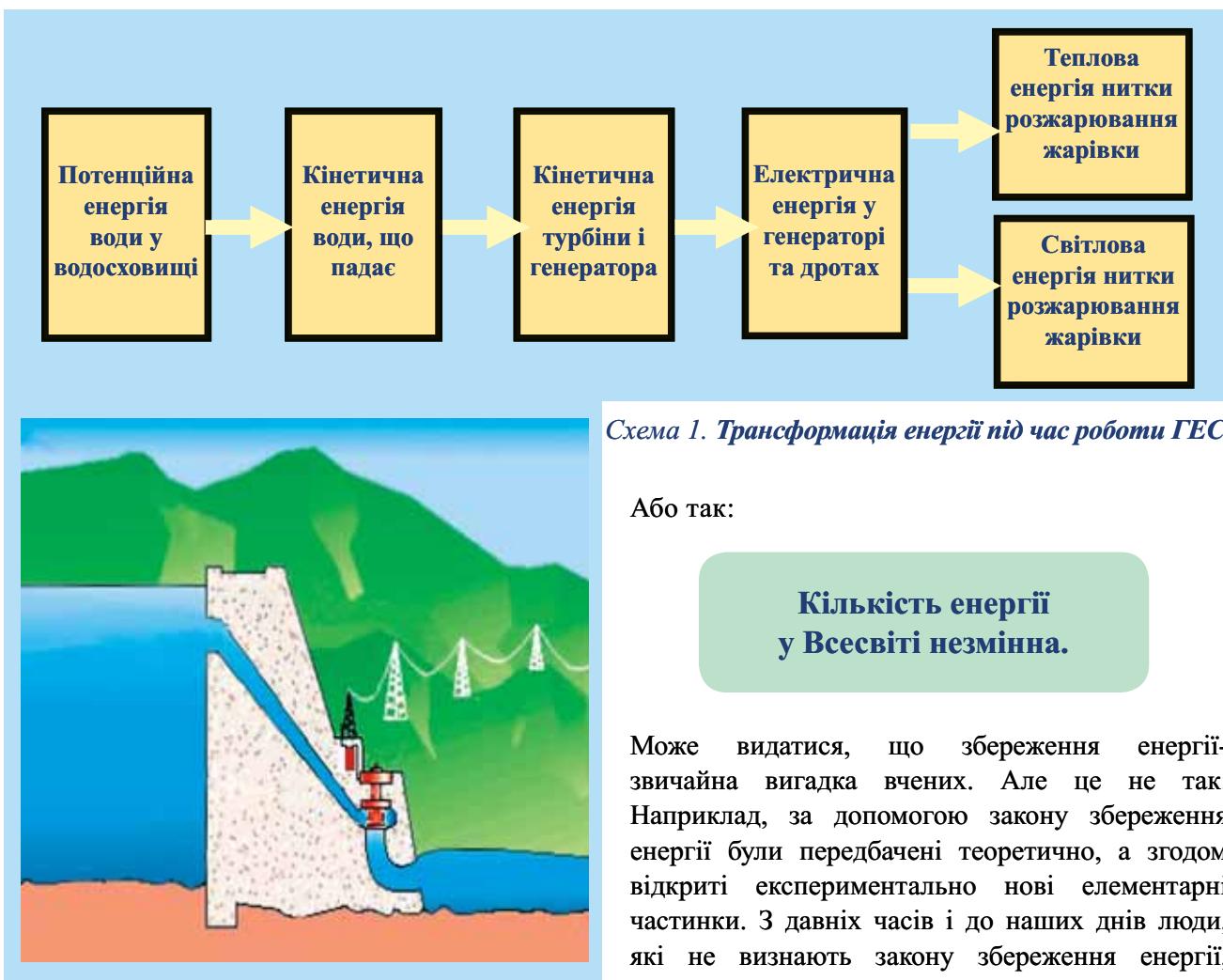
Після того, як ви вивчите способи економії електроенергії та будете їх застосовувати, знову заповніть таблицю, але тепер вже намалюйте лінію іншим кольором. Порівняйте результати.

#### 3.4. Перший закон: кількість енергії залишається незмінною.

Розглянемо приклад: гребля гідроелектростанції перегородила річку - утворилося водосховище (схема1). Рівень води у водосховищі піднявся порівняно з рівнем у річищі за греблею, тому вода у водосховищі володіє потенційною енергією. Падаючи з цієї висоти, вода втрачає потенційну енергію, але набуває кінетичної. Потрапивши на лопаті гідротурбіни, вона віддає свою кінетичну енергію турбіні, і та отримує кінетичну енергію обертання. Турбіна обертає

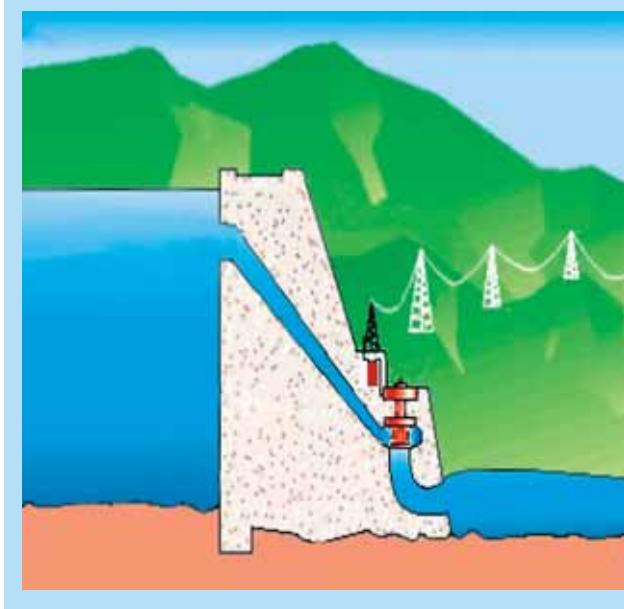
електричний генератор, в якому механічна енергія обертання переходить в електричну енергію. Дротами електрична енергія доходить до електролампочки (жарівки) у вашій квартирі, і в ній перетворюється на світлову та теплову. При цьому частина енергії витрачається на нагрівання дротів, на тертя в підшипниках турбін і генератора.

Як бачимо на цьому прикладі, енергія може перетворитися з однієї форми в іншу. Але величина енергії у всьому ланцюжку перетворень не змінюється. Все, що відбувається, підпорядковується першому енергетичному закону - кількість енергії залишається незмінною.



Або так:

**Кількість енергії  
у Всесвіті незмінна.**



Звідки ми знаємо, що енергія зберігається, коли навіть не можемо чітко визначити, що таке енергія? Однак фізики та енергетики навчилися вимірювати різні форми енергії. Якщо ми додамо всі значення, що відповідають різним формам енергії, то сума їх завжди буде однаковою. Коли ж раптом з'ясовується, що енергія не збереглася в якомусь явищі, учени пропонують нову форму енергії і кажуть, що "втрачена" енергія насправді не зникла, а перетворилася на цю нову форму. І знову загальна сума залишається незмінною! Закон збереження енергії звичайно формулюють так:

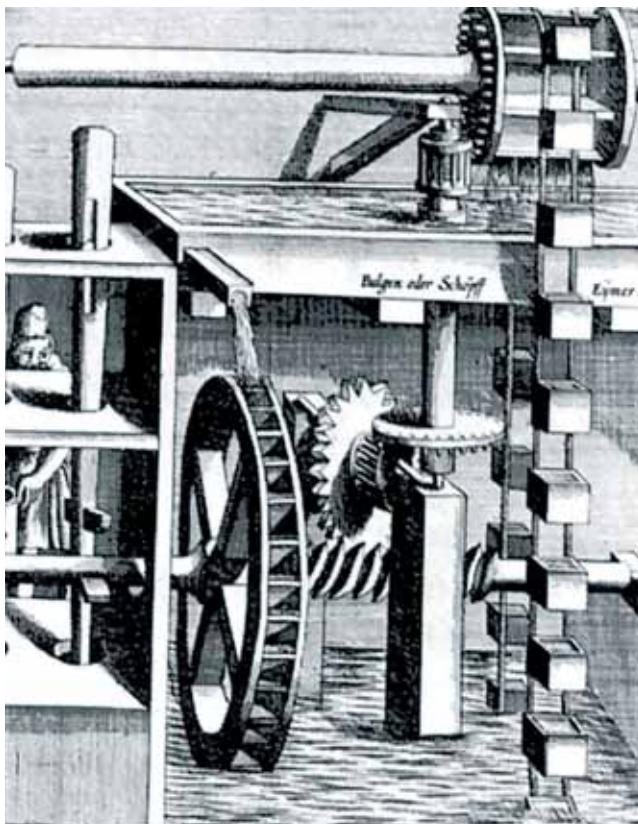
**Енергія не може  
зникнути безслідно  
чи виникнути ні з чого.**

Так:

**Енергія тільки може  
змінювати форму і місце.**

Може видатися, що збереження енергії - звичайна вигадка вчених. Але це не так. Наприклад, за допомогою закону збереження енергії були передбачені теоретично, а згодом відкриті експериментально нові елементарні частинки. З давніх часів і до наших днів люди, які не визнають закону збереження енергії, намагаються побудувати пристрій, що здійснював би корисну роботу, не витрачаючи енергії, тобто не отримуючи її нізвідки. Це так званий вічний двигун. Не намагайтесь повторити їхні спроби! Це так само неможливо, як примусити працювати споруду, зображену на малюнку 13. На перший погляд, все правдоподібно, але тільки на перший! У різні часи люди створювали різні проекти вічних двигунів. Ніби все у кресленнях гаразд, а вмикаєш пристрій - не працює. І не буде! Закон збереження енергії забороняє. А якщо все ж таки спрацює - значить десь сховане джерело енергії. Якщо здійснююш корисну роботу, обов'язково витрачаєш енергію! А значить, не можна одержати енергії одного виду більше чим іншого при будь-яких перетвореннях енергії, тому що це суперечить закону збереження енергії.

Упродовж усієї історії людства ніхто і ніколи не спостерігав порушення закону збереження енергії. Відповідно до закону збереження енергії не можна говорити про "втрати" енергії. Нібито ми її витратили, і вона зникла, як витрачені гроші з гаманця.



Мал. 13. Проект вічного двигуна

Ні, енергія перейшла в іншу форму, можливо, не потрібну для нас, чи навіть шкідливу. Можна говорити про витрати електричної енергії - адже вона переходить у теплову.

Цей закон забезпечує нам просте розв'язання проблеми нестачі енергії в майбутньому. Бережіть енергію і використовуйте її повторно, перетворюючи на ту форму, яка вам потрібна. Другий закон енергії пояснює, чому це все не так просто!

### 3.5. Другий енергетичний закон: якість енергії буде знижено

Чому рухаються автобус, автомобіль, мотоцикл? Частина хімічної енергії пального перетворюється в їхніх двигунах на кінетичну енергію і використовується для розгону і руху. Ми називамо це корисною енергією чи роботою. Решта енергії (пам'ятаєте закон кількості?) у вигляді теплової переходить у навколошнє середовище. Ми називаємо цю частину енергії енергетичними втратами.

Цей спрощений приклад демонструє іншу властивість енергії: кожен раз, коли енергія переходить з однієї форми в іншу, тільки частина її витрачається з користю, а решта губиться даремно і переходить у вигляді тепла в навколошнє середовище. Величина корисної частини може бути різною і залежить від форми енергії та застосованої технології.

Не всі форми енергії для нас, споживачів, рівноцінні: у них різна енергетична якість. Що це означає? Спробуємо оцінити якість енергії, або її енергетичну цінність, для нас. Порівнямо однакові кількості електричної та теплової енергії. Першу ми можемо використати і для освітлення, і для зігрівання, і для здійснення механічної роботи. Друга більш придатна лише для зігрівання, і при цьому значна її кількість під час передачі на відстань незворотно втрачається.

Чим більшу частину певного виду енергії можна використати для корисної роботи, тим вища якість цього джерела енергії. Ось чому в наведеному нами прикладі якість електричної енергії вища, ніж теплової.

### Подумайте і дайте відповідь

1. Які перетворення енергії відбуваються при:
  - запуску на орбіту космічного корабля;
  - ударі футбольіста по м'ячу;
  - підйомі в ліфті;
  - забиванні цвяха в дошку.
2. Чому більшість метеоритів згоряє в атмосфері Землі і лише деякі долітають до її поверхні?
3. Серед корисних господарських порад є така: якщо ви зберігаєте картоплю взимку в лоджії, то щоб картопля не замерзла, в ящик, де вона зберігається, прилаштуйте електричну лампочку розжарювання і вмикайте її періодично (наприклад, на ніч). Навіщо? Хіба в темряві холодніше, ніж на світлі?

#### Уявіть собі,

що до вас звернувся хтось, хто нібито винайшов вічний двигун, але не вміє креслити і просить вас допомогти йому оформити заявку на патент. Як ви поставитеся до такого прохання?

Форми енергії можна класифікувати за якістю:

- Відмінна якість: потенційна енергія, кінетична енергія, електрична енергія.
- Висока якість: ядерна енергія, хімічна енергія, високотемпературна теплова енергія (понад 100 °C ).
- Низька якість: низькотемпературна теплова енергія (нижче 100 °C ).

Слід зауважити, що хоча ядерна енергія має високу якість, атомні електростанції продукують тільки близько 30% корисної енергії. Це пояснюється тим, що на АЕС електрична енергія виробляється електричними генераторами, які обертаються паровими турбінами, як на звичайних теплових електростанціях.

Ядерна енергія в ядерному реакторі перетворюється спочатку на теплову, а потім (у турбіні та генераторі) - на електричну. Ядерна енергія перетворюється на теплову дуже добре, а ось теплова на електричну, як і на звичайних теплових електростанціях, - не дуже.

Таким чином, будь-яке енергетичне перетворення супроводжується утворенням теплоти, яка врешті незворотньо розсіюється в навколошнє середовище. Іншими словами, корисної, якісної енергії меншає. Втрачається не енергія взагалі, а енергія, которую можна було б спрямувати на виробництво корисної роботи. Цю властивість енергії засвідчує другий енергетичний закон.

**Другий закон:  
високоякісна енергія здатна  
перетворюватися на низькоякісну  
з малими втратами, але зворотнє  
перетворення неможливе.**

Взагалі, звичайно, можна отримувати енергію вищої якості з низькоякісної. Наприклад, можна перетворити частину високоякісної енергії на енергію відмінної якості, скажімо, хімічну енергію на електричну на тепловій електростанції. Але одночасно при цьому більша частина початкової високоякісної енергії буде перетворюватися на енергію низької якості (теплову). Отже, все одно якість енергії в цілому нижчає.

Цю фундаментальну властивість енергії та її перетворень (другий закон) можна висловити ще в такій формі:

**Неможливо створити машину, яка повністю перетворювала б певну кількість теплової енергії на корисну роботу.**

Або:

**Коли енергія в певній кількості перетворюється на іншу форму, якість енергії знижується.**

Тому другий енергетичний закон називається законом якості енергії. Усі процеси в природі підпорядковані дії цих двох законів. Поняття кількості та якості енергії визначаються законами термодинаміки. З погляду першого закону термодинаміки "енергозбереження" внутрішньо суперечливе, оскільки нібито й нема потреби зберігати енергію, це робить природа відповідно до закону збереження енергії. Зберігати треба працездатність енергії, або ексергію, яка є виміром якості кожного виду енергії, тобто здатності за певних умов перетворюватися на інші види енергії.

## Подумайте і дайте відповідь

1. Призначення паровоза й електровоза однакове. Чому електровози поступово витіснили паровози із залізниць?



2. Спробуйте перелічити всі канали втрат енергії під час руху автомобіля.



### 3.6. Перетворення енергії

Будь-яке перетворення енергії пов'язане із втратами енергії у формі, яку можна було б використати з користю. Здатність до перетворення на інші види енергії визначає термодинамічна якість певного виду енергії. Але не тільки цим визначається її корисність. Важливою характеристикою якості енергії Енергію зручно зберігати і передавати на відстань у хімічно зв'язаному стані або у вигляді палива (енергоресурсу).

На практиці ми часто використовуємо термін “види енергії” для позначення різних джерел енергії або палива. Існує ланцюг перетворень

ланках, призводить до збільшення потрібної кількості первинного джерела енергії та вартості корисної енергії.

Уесь ланцюжок перетворень енергії наочно показаний у параграфі 3.4, де потенційна енергія води з водосховища гідроелектростанції (первинна енергія) перетворювалася на корисну енергію штучного освітлення.

У виробничій діяльності та у побуті, обираючи певне джерело енергії, потрібно враховувати його властивості, вартість, зручність перетворення на необхідну корисну енергію і, звичайно ж, вплив його використання на навколошнє середовище!

## СПОЖИВАТИ ЕНЕРГІЮ ЕФЕКТИВНО - найпростіший спосіб зменшити забруднення довкілля.

енергії на шляху від джерела енергії до кінцевого споживання. Скажімо, сира нафта, добута із землі, є первинним джерелом енергії, але має обмежене застосування. Вона може бути перетворена на корисніші вторинні джерела енергії, такі, як бензин, газ, гас, важке дизельне пальне і т.п. Однак при цьому не уникнути втрат енергії.

Щоб вторинну енергію довести до споживача, її потрібно транспортувати і розподіляти, а це теж пов'язано із деякими втратами. Тепер це вже кінцеве джерело енергії (мал. 14).

На заключному етапі кінцеве джерело енергії (кінцева енергія) перетвориться для передачі корисної енергії в пункт її споживання. Наприклад, спалювання газу в склоплавильній печі створює корисне тепловиділення в склі.

Зниження кількості перетвореної енергії палива, що відбувається за рахунок втрат у всіх



Мал. 14. Лінії електропередач

### 3.7. Енергозбереження

Що розуміють під словом “енергозбереження”? Ми з вами вже 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;**
- **modернізація устаткування з метою зменшення втрат енергії;**
- **інтенсивне енергозбереження;**

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

При модернізації виробництва зменшується втрати енергії у діючому устаткуванні, але не змінюються принципи технології та обладнання. За приклад може привести 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 згоряння 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 витрачати 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 пристрії, коли виходите з кімнати;
- слідкуйте за тим, щоби водопровідні кранни 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 теплої енергії для обігрівання приміщень замість електроенергії;
- використання теплових відходів для обігрівання будинків;
- використання сонячної енергії для обігрівання приміщень, підгріву 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 витрачати енергію, то зможемо віддалити термін розробки нових вугільних родовищ, буріння нафтових свердловин, а отже, збережемо запаси ресурсів для майбутніх поколінь.

## 3.8. 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 є зменшення 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 навколо нас 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 іздіть на велосипеді.*

Уважно погляньте на свій будинок, школу, 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 призвести до розвитку екологічної кризи?



**Джерела  
енергії**

## РОЗДІЛ IV

### ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

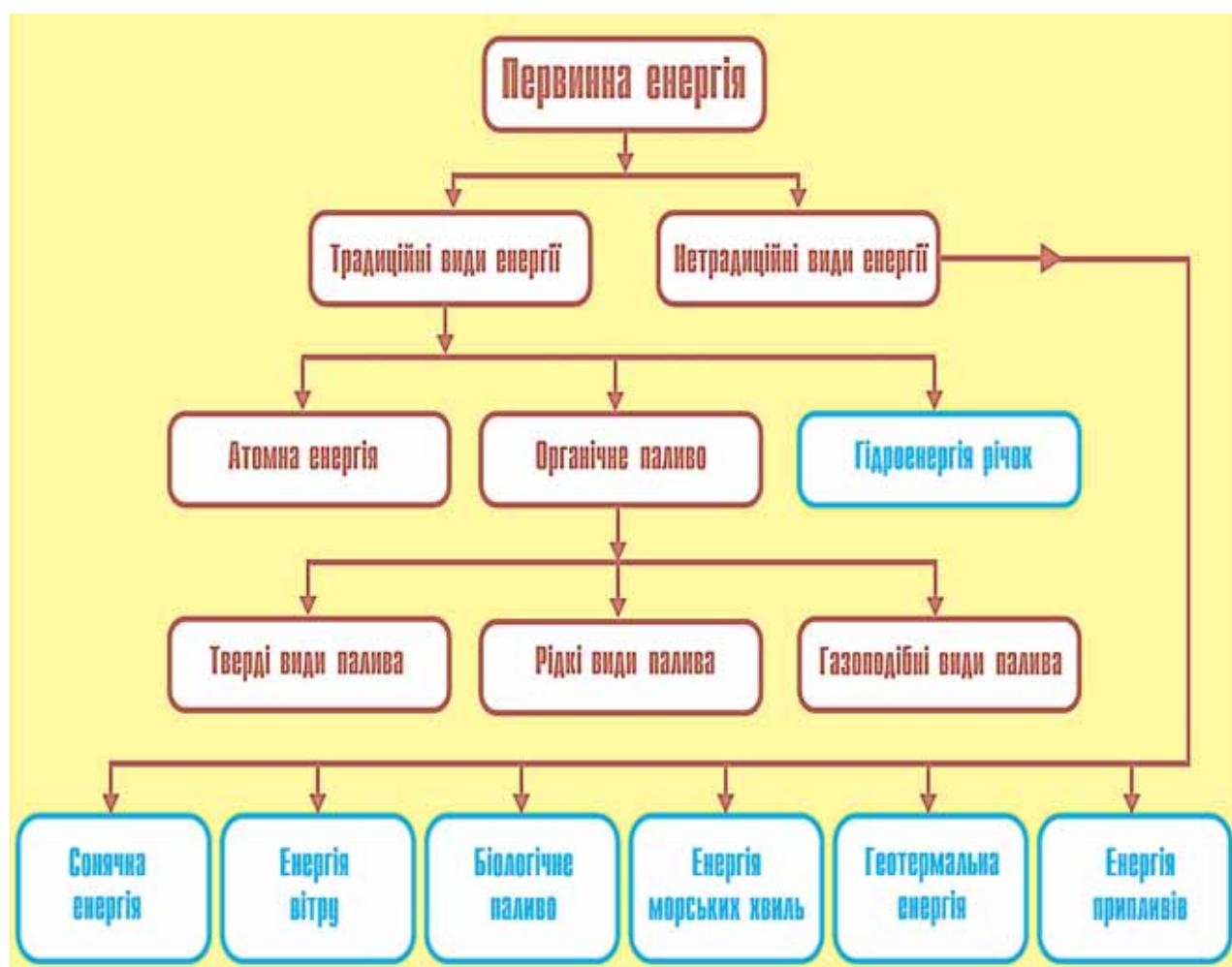
#### 4.1. Види ресурсів енергії

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 (див. схему 2).

У свою чергу, первинні ресурси (або джерела енергії) поділяють на відновлювані і невідновлювані і, відповідно, відновлювані та невідновлювані види енергії. Невідновлювані джерела енергії - це природно утворені й накопичені в надрах планети запаси речовин, здатних за певних умов звільнити енергію, що міститься в них. Та-

кими 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.

Різні види енергетичних ресурсів мають різну якість, для палива її характеризує теплотворна спроможність, тобто скільки енергії (тепла) може виділити це джерело. Щоб порівняти



теплотворну здатність ресурсів, потрібно порівняти їх питомі енергоємності, тобто кількість енергії, що припадає на одиницю маси енергоресурсу.

Для зручності розрахунків та порівняння різних видів енергоресурсів у світі витрата будь-

експериментальні розробки економічних способів промислового перетворення якого активно здійснюються нині. Запаси водню невичерпні та не пов'язані з певним регіоном планети. Під час його спалювання утворюється вода, яка не забруднює навколошнє середовище. Зараз водень зазвичай

**Таблиця 6.**

**ЗНАЧЕННЯ ПИТОМОЇ ЕНЕРГОЄМНОСТІ ДЛЯ ДЕЯКИХ ЕНЕРЕГТИЧНИХ РЕСУРСІВ У ПОРІВНЯННІ З УМОВНИМ ПАЛИВОМ**

Види палива	Умовне паливо	Вугілля антрацит	Дрова сухі	Нафта	Газ пропан	Водень
Питома ємність МДж/кг	29,3	33,5	10,5	41,9	46,1	120,6
Питома ємність ккал/кг	7000	8000	2500	10000	11000	28800

якого виду палива порівнюється з витратою так званого умовного палива (у. п.). В Україні, як і в інших країнах пострадянського простору, умовним паливом вважається паливо, при згорянні 1 кг якого виділяється  $29,3 \times 10^6$  Дж, чи 7000 ккал, енергії. У деяких розвинутих країнах еквівалентом є паливо, при згорянні якого виділяється  $41,9 \times 10^6$  Дж, що становить 10000 ккал і відповідає нафтовому показнику енергоємності (нафтовий еквівалент, який скорочено наводиться - о.е.). З урахуванням цього можна записати: 1 тонна о.е. =  $(10000/7000)$  тонни у.п. = 1,43 тонни у.п.

З таблиці 6 видно, що високу енергоємність мають газ і нафта. Це спричинило їх "хижакьке" використання. Швидкий ріст споживання нафти як палива в XIX-XX ст. був зумовлений трьома основними причинами:

- розвитком усіх видів транспорту (для автомобільного та авіаційного транспорту рідке паливо поки що незамінне);
- досить простим видобуванням, транспортуванням і використанням нафти порівняно з твердим паливом;
- можливістю одержання великих прибутків за рахунок експлуатації наftovих родовищ країн, що розвиваються.

Природні запаси нафти і газу дуже обмежені, тому слід скорочувати використання їх як джерел енергії. Але застосування їх у хімічній промисловості як високоякісної сировини слід збільшувати

Досить перспективним видом палива, яке має втричі більшу питому енергоємність, порівняно з нафтою, є водень, науково-

отримують із природного газу. Застосовується також і процес електролізу - розкладання води під дією електричного струму. Цей спосіб має значні переваги, оскільки призводить до збагачення киснем навколошнього середовища. Широке застосування водневого палива може розв'язати три актуальні проблеми:

- зменшити споживання органічного та ядерного палива;
- задовольнити зрослі потреби в енергії;
- зменшити забруднення довкілля.

#### 4.2. Невідновлювані джерела енергії

**"Невідновлювані ресурси Землі повинні розроблятися таким чином, щоб забезпечити захист від виснаження ресурсів у майбутньому та щоб зиск від їх розробки отримувало все людство."**

(Декларація з проблем оточуючого людину середовища. Принцип 5. Стокгольм, 1972)

Невідновлювані ресурси - це викопне паливо, що складається з пальних речовин, незгоряючих 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 невідновлювані 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. А 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 (табл.7).

Друга значна вада – використання непоновлюваних джерел енергії завдає великої шкоди природі. Негативні наслідки їх споживання ми ще детальніше розглянемо в наступних частинах підручника.

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 (мал. 15).

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 віль-

ному 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 мікро-організмів торф'яна маса перетворюється на буре вугілля. Продуктами наступних стадій перетворення бурого вугілля є кам'яне вугілля й антрацит (мал. 16).

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. Гинучі, 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 суттєвих родовищ складається переважно з метану (95-98 %  $\text{CH}_4$ ).



Мал. 15. ТЕС виробляє енергію, спалюючи викопні види палива

## 4.2.1. Торф



Мал. 16. Етапи формування твердого викопного палива

Природний газ, як нафта і вугілля, утворився в надрах Землі з рештків рослин і дрібних тварин.

Сучасне індустриальне 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 навколошнього середовища як у місцевому, так і у всеспланетному масштабі. При цьому маса утворених газоподібних чи твердих продуктів згоряння, що надходять у навколошнє 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 навколошнє середовище. Для вироблення електроенергії у світі за останні 30 років на теплових електрических станціях (ТЕС) використано 76 млрд тонн вугілля, 3 млрд тонн мазуту, 3 трлн. м<sup>3</sup> 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 (CO<sub>2</sub>) в атмосферу і мільйонів тонн оксидів Сульфуру та Нітрогену.

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. Торф'яники займають площу близько 10 000 км<sup>2</sup>. 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 (мал. 17). 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 низькоефективним 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 літва, виготовлення мастил для полірування хромованих і нікельованих виробів, просочення паперу, шкіри, дерева, у виробництві олівців і косметики.



Мал. 17. Видобуток торфу

## 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 феодалізмом і започаткували епоху промислового капіталізму в Європі й Америці. Внаслідок використання вугілля для виробництва енергії збільшилося забруднення навколошнього 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 навколошнього 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 бурогільному 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



Мал. 18. Видобуток вугілля у шахті

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 (мал. 18) ведеться двома способами. Економічно вигідний - відкритий (мал. 20). 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

Таблиця 7.

**ГЛОБАЛЬНІ РЕЗЕРВИ, РЕСУРСИ І РОДОВИЩА ВИКОПНОЇ І АТОМНОЇ ЕНЕРГІЇ, Гт н.е.**

	Споживання		Ресурсна база	
	1850-1998	1998	Резерви	Ресурси
<b>Нафта:</b>				
традиційна	115,8	3,1	150	295
нетрадиційна	6,9	0,2	193	525
<b>Природний газ:</b>				
традиційний	56,1	1,9	141	420
нетрадиційний	0,7	-	192	450
<b>Вугілля</b>	<b>143</b>	<b>2,1</b>	<b>606</b>	<b>3400</b>
<b>Всього</b>	<b>322,5</b>	<b>7,2</b>	<b>1282</b>	<b>5090</b>
<b>Уран</b>	<b>17</b>	<b>0,5</b>	<b>57</b>	<b>260</b>

Джерела: Nakicenovic et al., 1996; Nakicenovic, Grubler and McDonald, 1998; Masters et al., 1994 and Ronger et al., 2000.

## 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 довший 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?



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 навколошнього 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 не-втішні. 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 уdosконалених 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 навколошнє середовище передбачають:

*Мал. 20. Вугільний кар'єр*



- газифікацію вугілля з подальшим використанням отриманого газу в якості енергоносія;
- спалювання вугілля на електростанціях, які використовують обладнання та технології уловлювання  $CO_2$ .

#### 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, мameмо справу із звичайним марнотратством.

Деякі складові сирої (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 пробурив 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 часто 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.



Мал. 19. Видобуток нафти

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 (мал. 19). Став можливим видобуток нафти глибинним бурінням з дна океану. Далі сира нафта надходить на нафтопереробні заводи, де з неї одержують бензин, гас, дизельне пальне, парафін, бітум та інші нафтопродукти. Нафту легко транспортувати. Зазвичай її транспортують нафтопроводами або морем у нафтоналивних танкерах.

I видобуток, і транспортування, і переробка нафти пов'язані зі шкідливим впливом на навколошнє 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 (мал. 21). Нафта, що розлилася, утворює на поверхні води тоненьку масну плівку. Морські звірі та птахи, які потрапляють 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 зни-





Мал. 21. Аварія нафтоналивного танкера та ліквідації її наслідків

кають дуже повільно. В найкращому випадку, коли берегова лінія відкрита вітрові, течіям 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 навколошнє середовище виділяються чадний газ, сполуки Плюмбуму, оксиди Нітрогену і Сульфуру, що спричиняють хвороби рослин, тварин, людей.

### ЦЕ ЦКАВО

Нафта міститься в земній корі під тиском 10-15 МПа і більше при температурі 100-200 °C та вище.

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

### 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 вугільніх 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 (мал. 22). Тому стратегічною метою

### 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 забруднюючих газів під час її згоряння?
6. Які предмети в класі чи вдома зобов'язані своїм походженням нафті?



Мал. 22. Газовимірювальна станція

нашої держави є: зменшення споживання газу всіма галузями народного господарства, та заміщення 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.

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

Одним з досконаліх 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:

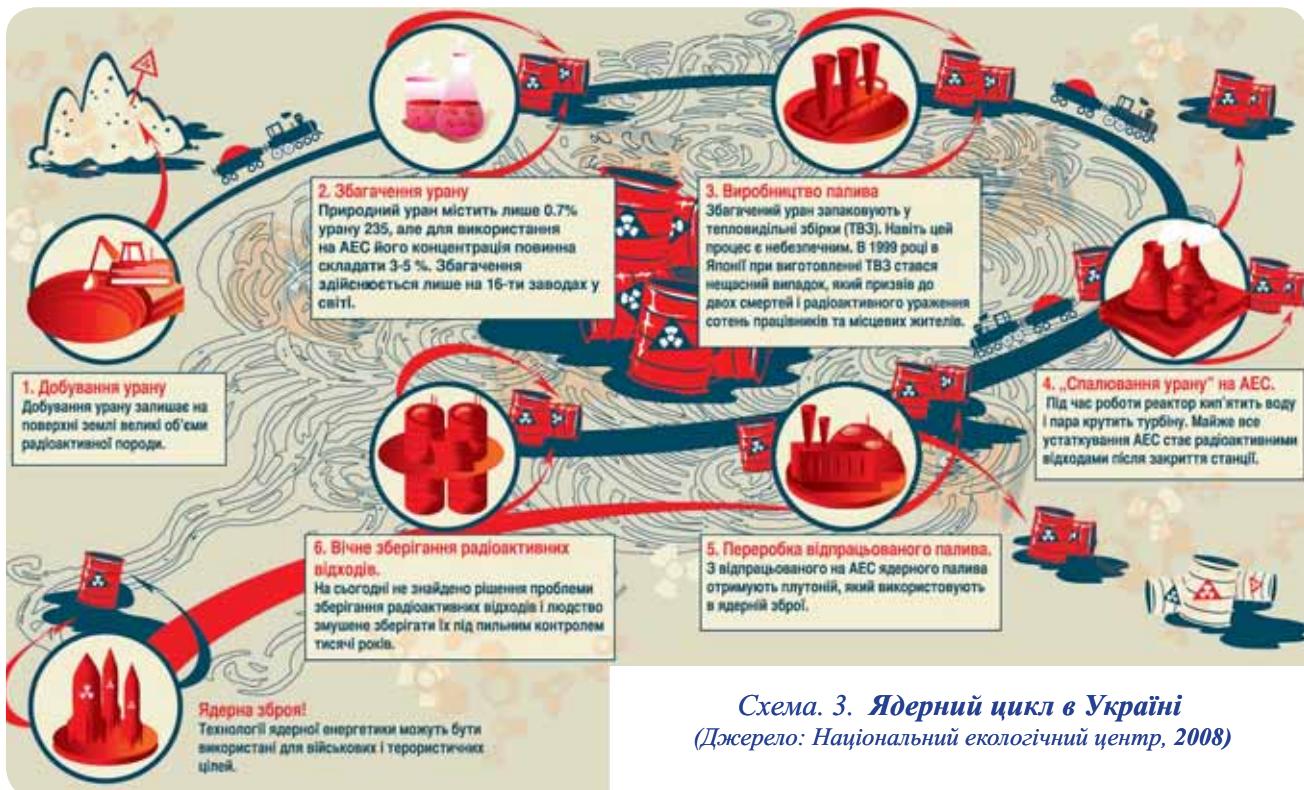
- теплових електрических станціях (ТЕС) на органічному паливі з використанням у турбінах водяної пари-паротурбінні установки (ПТУ); продуктів згоряння газотурбінні установки (ГТУ), їх комбінацій - парогазові установки (ПГУ);
- гідралічних електрических станціях (ГЕС), які перетворюють механічну енергію руху води на електричну, використовуючи енергію падаючого потоку води, течії, припливу;
- гідроакумулюючих станціях (ГАЕС), на яких механічну енергію руху води, попередньо накопиченої у штучній водоймі, перетворюють на електричну;
- атомних електрических 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 і т.і.).



#### Подумайте і дайте відповідь

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



#### 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 (47,3%). Україна посідає восьме місце у світі та п'яте в Європі за величиною встановленої потужності атомної енергетики (мал. 23).

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

В Україні діють чотири АЕС з 15 ядерними енергоблоками - Рівненська (м. Кузнецівськ, 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 те-

плоносієм, 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.



Мал. 23. Запорізька АЕС

Паливо для АЕС отримують з багатих ураном порід на спеціально пристосованих фабриках, які є екологічно небезпечними об'єктами.

Після використання ядерне паливо замінюють на нове. У середньому одного завантаження паливом вистачає на рік. Відпрацьовані паливні елементи так само містять радіоактивні матеріали та продовжують виділяти тепло. Тому їх охолоджують у воді та перевозять у надійній ізоляції від усього живого до остаточного радіоактивного розпаду.

Основними проблемами, що стримують активний розвиток атомної енергетики є:

- потенційна можливість важких технологічних аварій;
- накопичення значних обсягів відпрацьованого ядерного палива (ВЯП) і радіоактивних відходів (РАВ);
- можливість використання "мирного атома" у військових цілях (для виробництва ядерної зброї);
- загроза ядерного тероризму.

Узагальнюючи проблеми притаманні атомній енергетиці можна об'єднати їх у дві найбільш серйозні: економічна - висока вартість експлуатації; екологічна - імовірність аварій та проблема захоронення ядерних відходів.

#### 4.4.1. Економічна проблема

Прихильники атомної енергетики стверджують, що виробництво електричної енергії на атомних станціях дешеве, але в багатьох випадках йдеться лише про експлуатацію атомної станції. У той же час замовчується реальна вартість будівництва атомних станцій, створення та підтримання на належному рівні систем захисту та підтримання реакторів ядерним пальним, захоронення відпрацьованого палива і радіоактивних відходів та виведення ядерних об'єктів з експлуатації (схема 2).

При цьому не беруться до уваги можливі соціальні наслідки експлуатації АЕС - негативний вплив на здоров'я людей та довкілля, які взагалі важко піддаються обрахунку через величезне їх значення як для людства в цілому, так і для кожного з нас. Тому якщо врахувати всі прямі й непрямі витрати, пов'язані з експлуатацією АЕС, реальна вартість атомної енергетики виявиться надзвичайно високою (мал. 24).

#### 4.4.2. Екологічна проблема

Атомна енергія небезпечна. І хоча витрати на системи безпеки реакторів постійно зростають, втім на сьогодні в світі не існує жодного цілком безпечною ядерного реактора. Немає екологічно прийнятної програми безпечної утилізації відпрацьованого ядерного палива (ВЯП) та радіоактивних відходів (РАВ). В Україні розташовано понад 8000 різних установ та організацій, діяльність яких призводить до утворення радіоактивних відходів.

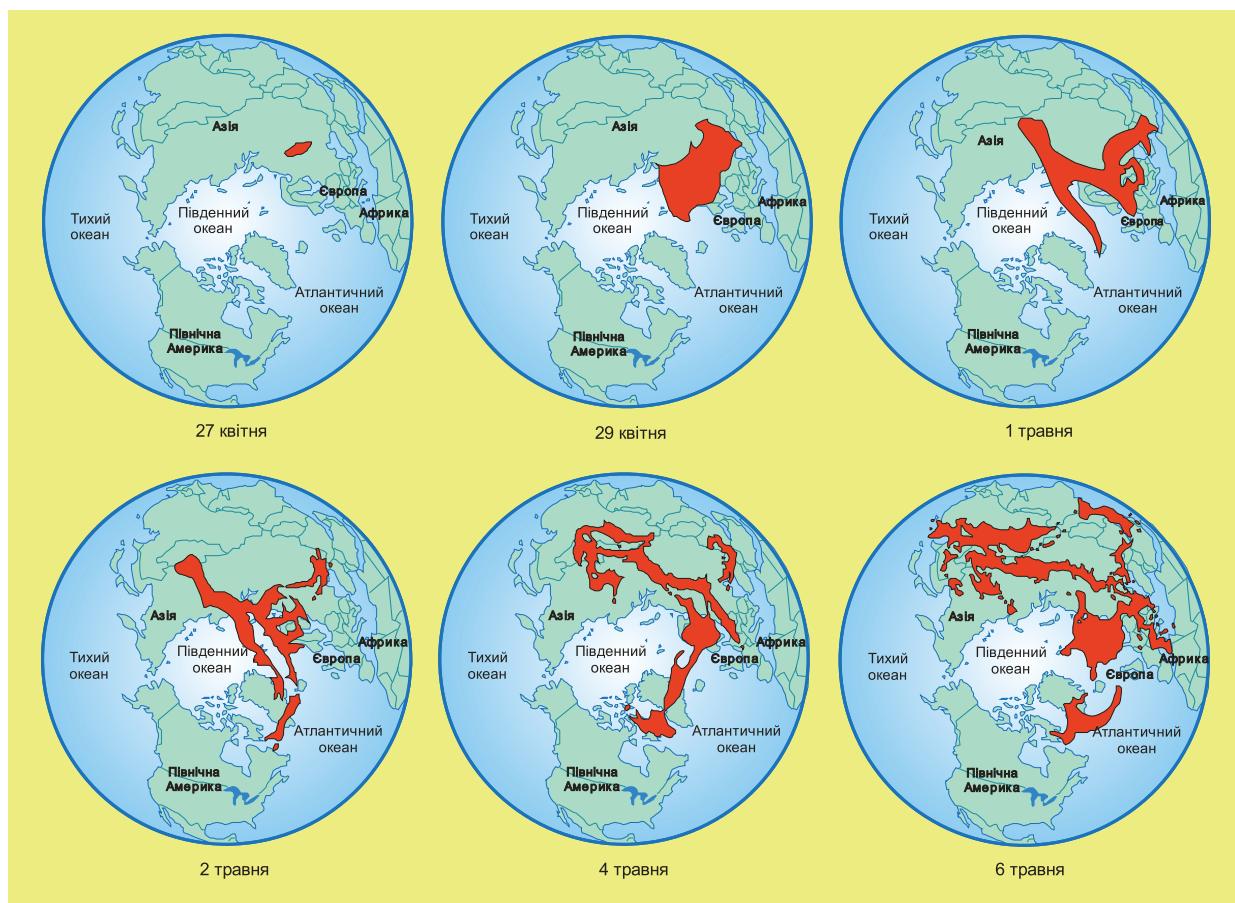


Мал. 24. Наслідки аварії на Чорнобильській АЕС

Основними виробниками радіоактивних відходів і місцями їх концентрації на сьогодні є:

- АЕС (накопичено близько 70 000 м<sup>3</sup> РАВ);
- урановидобувна і переробна промисловість (накопичено 65,5 млн. т РАВ);
- медичні, наукові, промислові та інші підприємства і організації; зона відчуження Чорнобильської АЕС (більш ніж 1,1 млрд. м<sup>3</sup> РАВ).

Радіоактивні відходи недостатньо просто захоронити глибоко в землі. Їх необхідно зберігати у спеціальних контейнерах під постійним контролем фахівців, аж доки радіоактивні речовини не розкладуться на безпечної. Час розпаду радіоактивних елементів може складати мільйони років, тому питання поводження з радіоактивними відходами є вирішальним як для захисту довкілля від радіоактивного забруднення, так і для нормального функціонування атомної енергетики. Для часткового вирішення цієї проблеми в Україні у Чорнобильській зоні побудовано Промисловий комплекс поводження з твердими радіоактивними відходами. За прогнозами, загальний обсяг використаного ядерного палива зростатиме від 145 тис. тонн у 1994 р. до 600 тис.тонн у 2020 р.



**Мал. 25. Поширення радіоактивного забруднення в перші дні після аварії на ЧАЕС**  
(Eldon D. Enger, Bradley F. Smith, Environmental Science )

В світі постійно збільшується кількість застарілих реакторів. Сьогодні близько 200 реакторів експлуатуються впродовж 20-25 років, що значно підвищує ризик виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних із забрудненням довкілля і опроміненням людей.

Ця проблема особливо трагічно проявила-  
ся в Україні. Катастрофа на Чорнобильській АЕС показала, що наслідки аварій на атомних станці-  
ях жахливі, і за кількістю жертв і забрудненням довкілля їх можна порівняти з наслідками ядер-  
них вибухів (мал. 25). При цьому забруднення має глобальний характер, оскільки здатне негативно вплинути на екологічну ситуацію на територіях багатьох держав, віддалених від місця аварії на тисячі кілометрів.

Часто як аргумент на захист АЕС наводять дані про значно менший викид парникових газів при експлуатації атомних станцій в порівнянні з іншими видами традиційних джерел.

Хоча атомні станції насправді викидають менше парникових газів, ніж, наприклад, вугіль-  
ні, атомна енергетика тягне за собою цілу низку серйозних і довготермінових проблем, вирішува-

ти які доведеться нашим нащадкам, - збільшення кількості атомних станцій призведе до катастрофічного зростання кількості радіоактивних відходів.

Проти АЕС існує ще один досить серйозний аргумент - це розповсюдження ядерного озброєння. Внаслідок продуктування атомної енергії неминуче виникає плутоній. Він міститься у відпрацьованому ядерному паливі. З кульки плутонію розміром як тенісний м'ячик можна зробити атомну бомбу, що здатна знищити тисячі людей.

Отже, велика небезпека розвитку атомної промисловості полягає у тому, що існує тісний зв'язок між цивільним використанням атомних технологій та їх військовим застосуванням. У міру того, як збільшується кількість АЕС на планеті, зростає і ризик поширення ядерної зброї.

Приборкання енергії атома - вражаюче досягнення людства, але нерозумне, безвідповідальне її використання спроможне знищити все живе на Землі. Ми повинні досить серйозно поставитися до аргументів екологів, які застерігають від подальшого інтенсивного розвитку атомної енергетики.

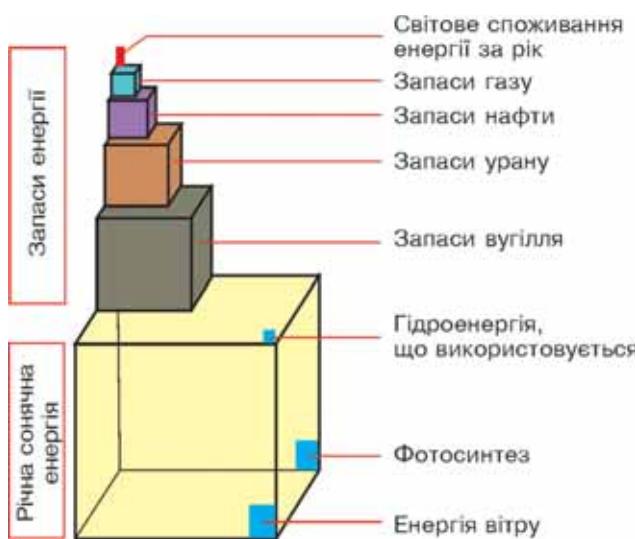
## 4.5. Відновлювані джерела енергії

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 (мал. 26).

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:**
- **твірда 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;



Мал. 26. Світове споживання енергії та енергоресурси

- **промислові відходи:** тверді й рідкі матеріали (наприклад, автомобільні покришки), що спалюються безпосередньо, зазвичай на спеціалізованих підприємствах, для виробництва теплової та електричної енергії;
- **гідроенергія:** потенційна, або кінетична, енергія води, перетворена на електричну енергію за допомогою гідроелектростанцій як великих, так і малих;
- **геотермальна енергія:** теплова енергія, що надходить із земних недр, зазвичай у вигляді гарячої води або пари. Використовується для виробництва або безпосередньо як джерело тепла для систем теплопостачання, потреб сільського господарства тощо;
- **сонячна енергія:** випромінювання Сонця, що використовується для одержання гарячої води та електричної енергії;
- **енергія віtru:** кінетична енергія віtru, 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 (табл. 8). 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 та 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 площині понад 600 тис.кв.км., за рік споживає близько 10 тис. ПДж первинної енергії, а Сонце на цю площину 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 скерували 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 пристрій, які використовують енергію сонця: високоефективні 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 ґрунтуються 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.



*Сонце - вічне джерело енергії*

#### 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 тепlopостачання, використовується для нагрівання води, опалення будівель, у сільському господарстві, у технологічних процесах у про-

*Таблиця. 8. Потенціал відновлюваних джерел енергії в Україні (за даними інст. ВДЕ)*

Напрям освоєння ВДЕ	Річний енергетичний потенціал		
	Річний технічно-досяжний енергетичний потенціал		Річні обсяги заміщення природного газу
	млрд. кВт.год.	млн. т у.п.	млрд. м <sup>3</sup>
Вітроенергетика	41,7	21,0	18,04
Сонячна енергетика	28,8	6,0	5,22
Геотермальна енергетика	105,1	12,0	10,43
Гідроенергетика	27,7	10,0	8,70
Біоенергетика	162,8	20,0	17,4
Енергетика довкілля	154,7	18,0	15,65
<b>Всього ВДЕ</b>	<b>520,8</b>	<b>87,0</b>	<b>75,65</b>

## Сторінки історії

■ Ідею концентрації сонячного світла на “паливних” дзеркалах приписують Архімеду (212 р. до н.е.). За допомогою величезних збільшувальних скелець винахідник нібито скеровував сонячні промені на кораблі римлян, щоб перешкодити завоюванню Сіракуз.

■ Наприкінці XVIII ст. французький хімік Антуан Лавуазье винайшов сонячну піч, в якій можна було плавити платину за температуру 1780 °C.

■ 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.

мисловості. 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° C. Але іноді потрібні більш високі температури, і з цією метою використовують різного типу концентратори сонячного випромінювання, що дозволяє досягати доволі високих температур (до 3000° C), чого достатньо навіть для плавки металів.

Системи сонячного тепlopостачання поділяють на активні й пасивні (мал. 29). 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 проектів застосування енергії Сонця в промисловості із застосуванням гігантського параболічного дзеркала “для постачання тепла до будь-якого бойлера на

фарбувальній фабриці”. Цей проект є прикладом активної сонячної системи тепlopостачання, де тепло передається на відстань за допомогою нагрітої води в місце споживання.

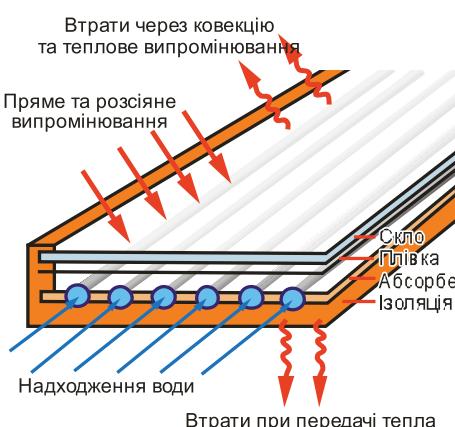
Пасивні системи – це системи, в яких енергія сонця перетворюється на тепло безпосередньо в місці її споживання. Пасивне використання сонячної енергії добре відоме всім. Якщо на освітлений сонцем майданчик поставити резервуар, пофарбований у чорний колір, то вода в ньому добре нагріється. На практиці 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 тепlopостачання 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 °C. Їх підрозділя-



Мал. 27. Сонячні колектори на даху пансіонату Північний (АР Крим)

ють 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 тепло-постачання могла використовуватися цілий рік. Спочатку антифриз нагрівається в колекторі, а потім він нагріває воду через теплообмінник.



Мал. 28. Схема плаского колектора

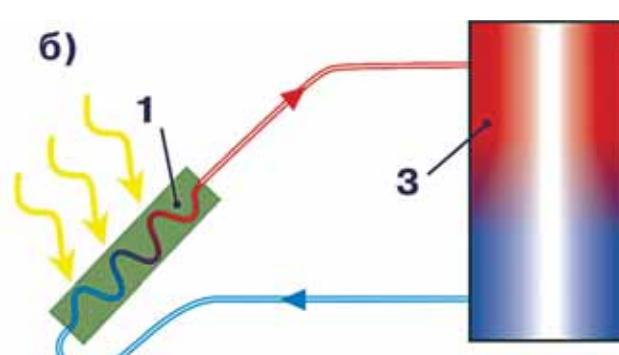
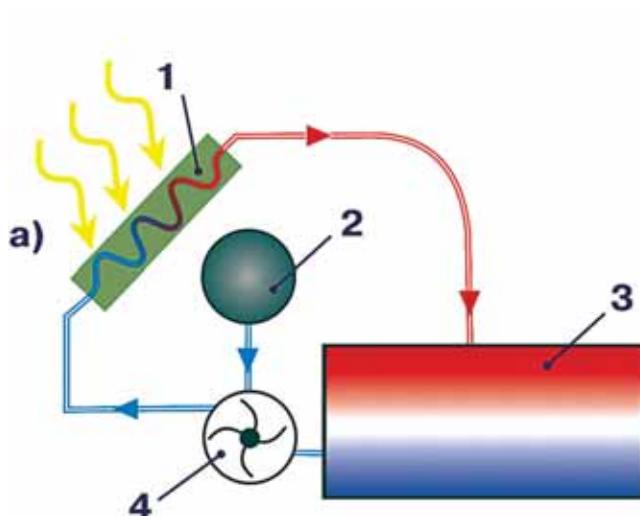
Прості водонагрівачі утримують весь об'єм рідини, яку необхідно нагріти. До них належать:

- 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 °C. 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 (мал. 27) нагрівають за певний час лише незначну частину рідини, яка потім, як правило, накопичується в окремому резервуарі для використання енергії у потрібний час. Найпоширеніші плоскі (не фокусуючі) приймачі дозволяють збирати як пряме, так і розсіяне випромінювання, а відтак працювати як у сонячну, так і хмарну погоду (мал. 28). 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 витоку тепла запобігає шар теплоізольуючого матеріалу. Акумульоване таким чином тепло передається теплоносію, що протікає по трубках, розташованих на дні колектора. Циркуляція нагрітої рідини може здійснюватися як вимушено



Нагрівальні системи з:  
 а) – вимушеною (штучною) циркуляцією;  
 б) – природною циркуляцією.  
 1 – приймач випромінювання; 2 – регулятор;  
 3 – ізольований накопичувач; 4 – насос.

Мал. 29. Конструкція нагрівальних систем з вимушеною та природною циркуляцією

## Для допитливих



Роздивіться схему сонячної енергетичної установки. До неї входять:

- Б** – сонячна батарея з приладами контролю й керування,
- А** – акумуляторна батарея,
- I** – інвертор для перетворення постійного струму сонячної батареї на змінний струм промислових параметрів, який споживає більшість електричних пристрійв.

- активні системи, або системи з примусовою циркуляцією теплоносія, з використанням помп, так і природним шляхом - пасивні системи, або термосифонні, з природною циркуляцією, яка зумовлена перепадом температури і тиску, природною конвекцією (мал. 29). 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 °C 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 навколошнього 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 V-подібну форму (пласку чи параболоїдну, остання дорожча, але ефективніша).

### 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 (фотон), 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 гео-



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

## Сторінки історії

## 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?

графічній широті вони перебувають, а також під яким кутом на нихпадають сонячні промені. Іще 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 батареї 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 розвиткові 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.

### 4.6.3. Сонячна теплоелектроенергетика

На відміну від фотоенергетики у сонячній теплоенергетиці електроенергію отримують у теплових машинах (наприклад, звичайних парогенераторах), в яких тепло від згоряння палива замінюється потоком концентрованого сонячного світла. Тобто сонячна теплоелектростанція відрізняється від звичайної ТЕС, що працює на виcopному 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



### ПРАКТИКУМ

#### Сонячна енергія

Яскравого сонячного дня проробіть експеримент щодо визначення швидкості нагрівання води на сонці у різних умовах.

1. Візьміть 2 скляні банки чи 2 пластикові пляшки. Одну посудину обгорніть чорним папером чи тканиною (можна пофарбувати чорною фарбою), другу залишіть без змін. Наповніть обидві банки чи пляшки водою і поставте на місце, що яскраво освітлюється сонцем.
2. Через певний час (визначите довільно) виміряйте температуру води в обох посудинах. Де температура була вищою? Чому?



## ПРАКТИКУМ

### Сонячна кухня

Основною умовою для використання сонячної кухні є велика кількість прямого сонячного світла. В Україні річне надходження сонячного випромінювання становить 3500-5200 МДж/м<sup>2</sup>. Звичайно ж, сонячна енергія нерівномірно розподіляється по місяцях. Тому найкраще користуватися сонячною кухнею з квітня по жовтень.

Якщо влітку в полуночі сонячна радіація складає більш 1000 Вт\*год/м<sup>2</sup>, то потужність кухні площею 0,5 м<sup>2</sup> складе 500 Вт. Таким чином, у південних регіонах одна така кухня потенційно може заощаджувати - принаймні півмегаватгодин енергії за рік, (що дорівнюється кількості енергії, яку споживає протягом року постійно ввімкнена лампочка потужністю 60 Вт).

#### **Як влаштована сонячна кухня**

Найпростіший і дешевий тип сонячної кухні дозволяє нагрівати їжу до 150 градусів за Цельсієм. Вона складається з ізольованого ящика зі скляним чи пластиковим вікном. Сонячна радіація проходить крізь вікно і абсорбується стінками, дном і каструлєю. Чим темніші каструля і внутрішня стінка ящика, тим краще вони нагріваються. Вікно діє як пастка сонячної енергії за принципом парникового ефекту. Подвійне вікно діє краще. Для збільшення вхідної радіації використовуються відбивачі, що направляють світло на вікно ящика. Для зменшення втрат тепла бажано, щоб ящик не торкається землі.

#### **Як побудувати сонячу кухню**

1. Зробіть два ящики з товстого картону, фанери тощо.

Один ящик має бути меншого розміру для того, щоб вставити його усередину великого. Обидва краще зробити низькими і широкими, а висота внутрішнього ящика усього на кілька сантиметрів має перевищувати каструллю з кришкою. Його верхній край треба зробити дуже рівним, щоб покладене зверху скло щільно закривало його по периметру.

2. Простір між ящиками складає 5-10 см, для теплоізоляції його заповнюють сіном, зім'ятим папером, сухим листям та ін. Днища ящиків не повинні стикатися, їх теж ізолюють.

3. Менший ящик зсередини покривається алюмінієвою фольгою так, щоб у покритті не

було щілин, інакше пара, що утвориться під час готування їжі, може зруйнувати картонні стінки.

4. Зробіть відбивач з негнучкого матеріалу і також покрайте його фольгою. З'єднайте відбивач із ящиком. Продумайте кріплення для фіксування різного кута відбивача.

5. Покладіть чорну металеву пластину (1-2 мм. товщиною) на дно внутрішнього ящика, це головний нагрівальний елемент.

6. Використовуйте скло чи прозорий пластик для покриття внутрішнього ящика. Це вікно має щільно закривати ящик для запобігання втрат гарячого повітря. Гумовий джгут по периметру ящика, звичайно, забезпечить щільність.

*Кухня готова!*

#### **Загальні інструкції**

Помістіть ящик на сонячне, бажано безвітряне місце. Навколо їхня температура впливає на температуру всередині ящика, тому тепла погода завжди має перевагу. Коли ви використовуєте кухню вперше, зафіксуйте час на приготування різних видів їжі. Згодом на практиці ви зможете заздалегідь оцінити час для приготування тієї чи іншої страви. Коли піднімаєте скляне вікно ящика, будьте обережні - воно гаряче, тому використовуйте рукавиці.

Найкращий результат виходить у сонячний безхмарний день з температурою вище 20° С. Ящик повинен бути розміщений проти сонця так, щоб усередині нього не було тіні. Використовуйте відбивачі для спрямування додаткового світла усередину ящика. Позицію ящика і відбивачів потрібно змінювати у відповідності з рухом сонця кожні 1-2 години.

#### **Приготування їжі**

##### **Час**

Починайте готувати їжу заздалегідь, тому що сонячна кухня вимагає більше часу, ніж звичайна плита. Час залежить від кількості їжі, що готується, і її виду. Часто дуже важко вгадати, однак можете бути певні, що не пересмажите свою страву, залишаючи її без уваги на тривалий час.

На завершення скажемо, що для сонячної кухні не потрібні дрова. А відтак і посуд не брудниться і не чорніє так, якби ви готували їжу на вогні.



Мал. 30. Судакська ВЕС

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 площини 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.

#### 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 кроху у розвитку сучасної вітроенергетики сприяла енергетична криза 70-х років ХХ століття. Виявилося, що вартість електроенергії, отриманої на віtroелектростанціях, 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 вітро-

ві 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

#### 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 пилили дерево. Згодом більшість вітряних млинів, не здатних конкурувати з дешевим і надійним викопним паливом, замінили парові двигуни. Однак і зараз вітряні млини досить розповсюдженні. У старих вітряках лопаті були дерев'яними і здатні були використовувати близько 7 % енергії вітру.

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

## Сторінки історії



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 радянський час практично витіснила їх з ужитку. З середини 60-х років ХХ 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 електроенергії 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 кожнім 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).

## Сторінки історії



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.

горизонтальну орієнтацію. Вітрові турбіни, сучасні технології яких були розроблені у 1980х роках, як правило, обладнані трилопатевими 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 звуть "вітряковими фермами" або вітроенергетичними станціями (ВЕС).



## Чи знасте ви, що...

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

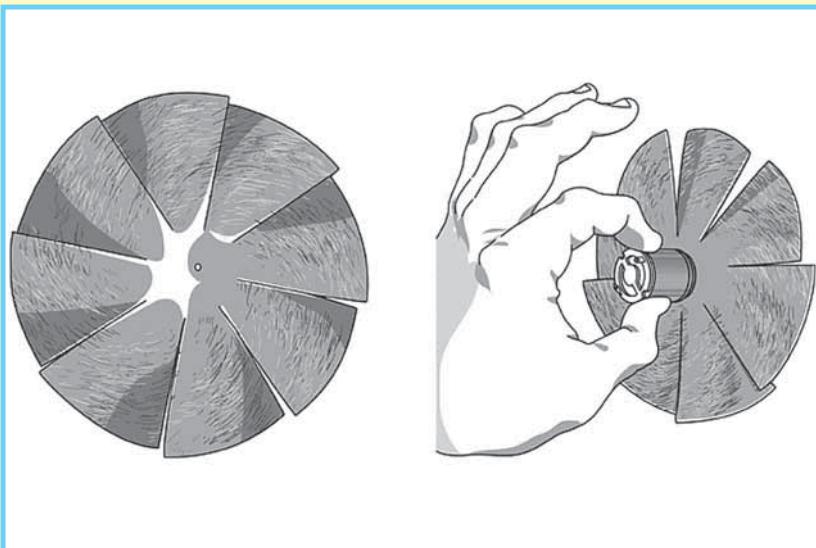
## Подумайте і дайте відповідь

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 в далекому минулому.



## ПРАКТИКУМ

### Пропелер у формі розетки



#### Що потрібно мати:

- Листи алюмінієвої бляхи.
- Інструмент для різання металу.
- Динамомашину.
- Стрічку або папір.

#### Перебіг роботи:

- На листі алюмінієвої бляхи через рівні проміжки зробіть позначки (до центру) для лопатей та понадрізуйте їх.
- Зігніть під кутом лопаті пропелера. З'єднайте зігнуті лопаті пропелера за допомогою шайб таким чином, щоб вони могли вільно обертатися.
- Приєднайте виготовлену модель до динамомашини.

- Визначте, скільки електричного струму може виробляти ваш вітряк?

Будь-які пристрої завдяки зусиллям вчених, винахідників, фахівців піддаються змінам і удосконалюються. Це стосується і, здавалось би, звичайного пропелера, який, залежно від призначення, може бути найрізноманітнішої форми.

Запропонована в нашому досліді модель нагадує старомодні розеткові вітряки. Сьогодні удосконалена версія такого типу лопатей застосовується у вентиляційних установках.

#### Проведіть власні досліди і зробіть висновки:

- Порівняйте різні моделі пропелерів. Яка з них буде обертатися найшвидше?
- Чому лопаті пропелера зігнуті під кутом?
- Чи міг би більший пропелер обертатися ще швидше? Чим більшу поверхню може охоплювати вітер, тим більше енергії буде передаватися до генератора – так?
- Що можна зробити, аби удосконалити лопаті пропелера?
- Як утворюється вітер?
- Ви прикріпили лопаті пропелера до двигуна. Тепер виміряйте кількість електроенергії, що виробляється.



## ПРАКТИКУМ

(заповніть таблицю)

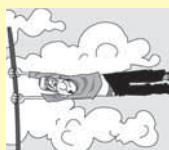
### Де в Україні найдоцільніше використовувати відновлювані джерела енергії?

Джерело енергії	Назва областей
Вода	
Вугілля	
Нафта	
Газ	
Вітер	
Сонце	
Атомна енергія	
Інші джерела	



## ПРАКТИКУМ

### Лопаті для вітряка



Ви маєте намір дослідити енергію вітру? Тоді вам потрібен вітряк. Невід'ємною частиною будь-якого вітряка є лопаті. Їх можна виготовити за кількома варіантами. Один з них ми пропонуємо вашій увазі.

Знайдіть інші моделі вітряків і спробуйте їх сконструювати.

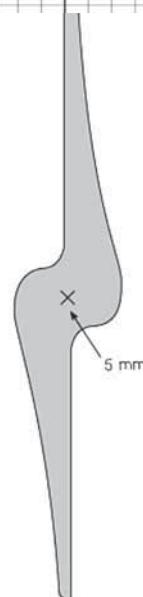
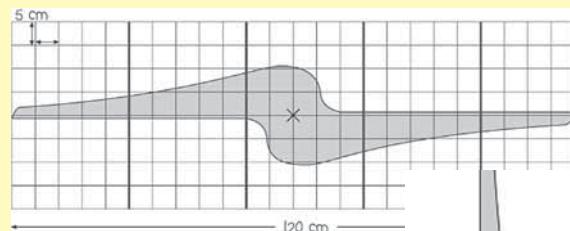
Для дослідів вам знадобляться знання з електрики та індукції.

#### Що потрібно мати:

Шматок пластикової водостічної труби діаметром 15 см та довжиною 120 см, розрізаної навпіл, з отвором (діаметр 5 мм).

#### Перебіг роботи:

1. Відріжте 120 см пластикової труби. Попросіть вчителя допомогти вам скористатися електричною пилкою.
2. Розріжте цю частину труби по всій довжині.
3. Скопіюйте модель пропелера з наведеної вище схеми на великий лист паперу і виріжте її.
4. Прикладіть вирізаний зразок моделі на половину труби і обведіть контур олівцем або тонким фломастером. Щоб паперова схема не ковзала по трубі, прикріпіть її мотузкою або скотчем.
5. Зніміть схему з труби. Виріжте з труби пропелер.
6. Загостріть лопаті пропелера напилком або наждачним папером.
7. Загостріть або зашліфуйте пропелер, як показано на рисунку.



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 навколошнього середовища є утворення при їх роботі шуму низької частоти.

Віроенергетичний 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 віроенергетики серед країн Східної Європи і республік колишнього СРСР. Загальна потужність її ВЕС наприкінці 2007 р. вже досягла 83,35 МВт. (мал. 30). І хоча цей показник занадто низький порівняно з Німеччиною або Данією, Україна належить до тих небагатьох країн, де налагоджене серййне 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 віроенергетичний атлас

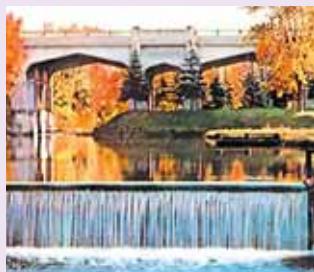
країни, що дозволяє обрати найкращі райони для будівництва віtroелектростанцій. За допомогою спеціальних комп'ютерних програм тепер можна визначити майданчики, на яких ВЕУ будуть працювати з максимальною ефективністю.

## 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 (схема 4).

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 хмарі й випадає у вигляді дощу, поповнюючи виснажені витоки річок. Отже, використовувана енергія річок вже є перетвореною в механічну енергією Сонця.

## Сторінки історії



На початку 20-х років XIX ст. в Україні було 84 гідроелектростанцій 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 гідростанцій 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.

Теперішні гідроелектростанції (ГЕС) є складними гідротехнічними спорудами. Основними їх елементами є водосховище, гребля, гідротурбіна, генератор. Шляхом створення греблі створюється різниця рівнів води. Вода, перетіка-

ючи з верхнього рівня (б'єфа) на нижній, набуває великої швидкості. Водяний потікпадає 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 гідростанцій 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 чималою висоти, можуть виробляти велику кількість енергії.

Проте, будуючи гідростанції, 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 (утому 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 гідроенергетика 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



## Сторінки історії

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. Їх хоча ці пристосування були низькоефективними, 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 довкіллю завдають греблі ГЕС?
5. У чому полягають складнощі використання припливних електростанцій?

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 гідростанції дозволяють зберігати природний ландшафт, навколоішнє 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 навколоішнє середовище не лише на етапі будівництва, а й під час подальшої експлуатації гідроелектростанцій.

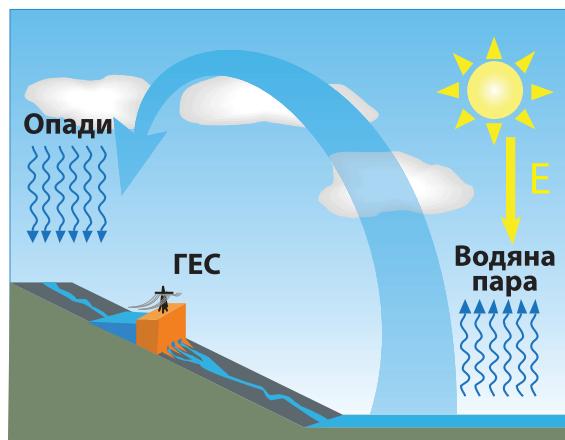
На сьогодні мала гідроенергетика стає дедалі популярнішою в світі. Так, Китай, лідер у малій гідроенергетиці, за останні 40 років збільшив загальну потужність малих ГЕС у понад три тисячі разів! Серед європейських країн цей вид відновної енергетики найбільш популярний в Австрії (10% від загального виробництва 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. кВт·год електроенергії, що дозволило б зекономіти до 75000 т. дефіцитного органічного палива.

## 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 звильові 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



*Схема 4. Перетворення сонячної енергії в гравітаційну енергію води*

Сторінки історії

Перетворення енергії припливу на механічну енергію використовувалося ще на початку XІ 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 резервуарі. Пізніше, коли були винайдені ефективні насоси, з'явилася можливість використання й другого виду енергії припливів - кінетичної, тобто енергії води, яка рухається.

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. м<sup>3</sup> 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 прилеглій території та, хоча й незначного, але підвищення температури і зменшення вмісту кисню у воді. Крім того, дамби перешкоджають міграції риб.

#### 4.10. Біоенергетика

Біоенергетика - це галузь енергетики, що як енергоресурс використовує органічні речовини рослинного або тваринного походження (біомасу), які 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 інше);*
- *Залишки від зберігання врожаю сільськогосподарських культур і побічні продукти їх переробки: солома, стебла та качани кукурудзи, стебла бавовни, шкаралупа арахісу, відходи картоплі, рисове луспиня і солома тощо);*
- *Відходи лісопереробної промисловості: кора, листя, гілля, тирса, стружки, щепа;*
- *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, ожигення) 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 завдачує 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 (C), Гідроген (H), Оксиген (O) і сонячне випромінювання. В підсумку цього процесу утворюються органічні сполуки, енергія яких більша за енергію початкових матеріалів на величину поглиненої сонячної енергії. В процесі фотосинтезу також виділяється кисень, необхідний усьому живому на Землі, й поглинається карбону (IV) оксид.



У клітинах рослин, які містять хлорофіл, сонячні промені зумовлюють процес фотосинтезу. Фотосинтез - це утворення органічних речовин з карбон (IV) оксиду і води з поглинанням енергії світла, що супроводжується виділенням кисню.

## 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.

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 площині 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 енергносіїв. 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, а за кількістю отриманої енергії вона посідає, поряд із природним газом, третє місце. Україна має досить великий потенціал біомаси, придатної для одержання енергії. Загальні річні обсяги відновлюваних ресурсів біомаси в Україні становлять 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.

### 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 і єдиним доступним джерелом енергії. Як ми вже згадували, в рослинах фотосинтез перетворює енергію сонця на хімічну енергію. Частина цієї 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



*Зрубав гілку - посади дерево!*

споживаються рослинами при фотосинтезі врівноважують одне одного. Тобто використання біомаси для виробництва енергії не збільшує концентрацію карбону (IV) оксида 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 привело до знищення більшості лісів Азії та Африки й прискорило утворення пустель у цих регіонах. Щороку, в тому числі і для спалювання, у світі вирубають 25 млн. гектарів лісу (це відповідає площині 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 топок 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 топок 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 пристрій дає змогу підвищити ККД до 70% і вище, скоротити потребу в паливі більш ніж утрічі.

Серйозною проблемою є енергетичне використання твердих побутових відходів. Сміттеспалювальні установки (інсинератори) в багатьох країнах світу малоекективні 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.

## Завдання

Складіть список джерел біомаси, які є у вашій місцевості. Визначіть найбільш доступні та перспективні з них.

## 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 замінник 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 (каміни, грубки), а ще може застосовуватися у промисловій сфері (металургії, тепловій енергетиці, для очищення води і газів).

**Газоподібні продукти.** Це гази, що горять (метан, карбону (ІІ) 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 очищеннем міст у багатьох країнах. Установки для піролізу (мал. 31) на відміну від звичних сміттеспалювальних 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

#### 4.10.4. Біогаз

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 гази 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 гази 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 °C 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, гази, піролізний газ, синтез-газ. Існують три продукти газифікації:

- вуглеводневі гази (так звані синтез-гази);
- 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.

У нетрадиційній енергетиці особливе місце посідає переробка біомаси (органічних сільсько-господарських 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 (схема 5).

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 можно 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.).

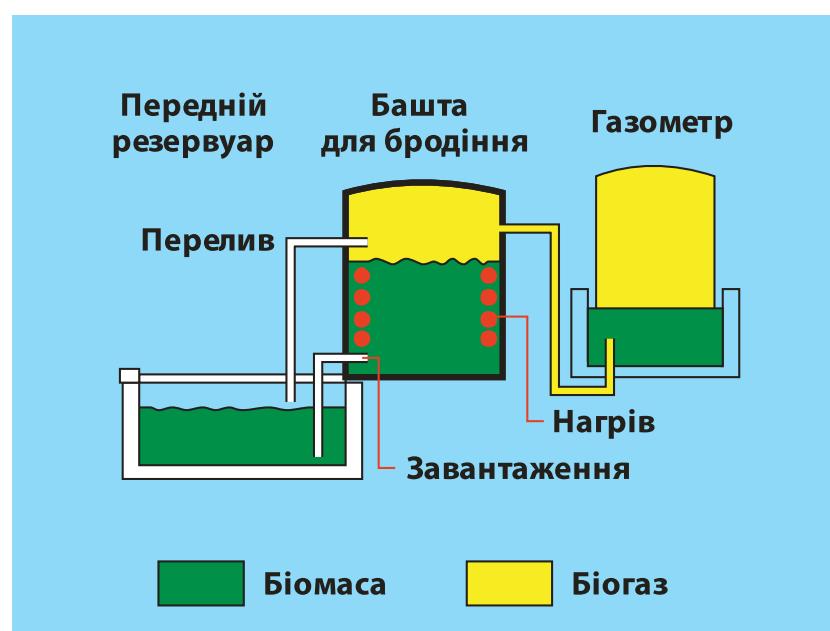


Схема 5. Біогазова установка



Мал. 31. Сміттєпереробний комплекс ПК-100

Сьогодні за рахунок недосконалих очисних систем, що здебільшого використовуються, стічні води потрапляють в навколошне 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 кВт•год/ 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.

Одержані 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 збордування гною та інших придатних для цього органічних відходів, є не тільки відновлюваним джерелом енергії, але й екологічним методом переробки та утилізації цих відходів в



Стічні води - добре джерело біогазу. Бортницька станція аерації (Київ)

## 4.10.5. Звалищний газ

### Це цікаво

- Підраховано, що за рік для опалення 1 м<sup>2</sup> житлової площини будинку витрачається 45 м<sup>3</sup> газу, а для одержання 1 кВт·год електроенергії необхідно витрати менше 1 м<sup>3</sup> біогазу.

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 у.п. щорічно, але реалізація цього заходу потребує істотних капіталовкладень. Україна має технічні можливості побудувати та експлуатувати понад 100 промислових установок отримання біогазу в метантенках.

Не менш важливим джерелом отримання біогазу є сміттезвалища. 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.



**Сміття - потенційне джерело енергії. Несанкціоноване сміттезвалище у Карпатах.**

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 створюється 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.

#### 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 наftovих палив; етиловий спирт (етанол) - 50% їх енергії та метиловий спирт (метанол) - третю частину їх енергії. В Україні за рахунок розвинутої спиртопереробкої промисловості саме паливний етанол має найбільший потенціал.

#### 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.



*Мал. 32. Додавання спирту в автомобільне паливо дозволяє зекономити нафтопродукти і зменшити забруднення довкілля*

Джерела його отримання - трав'янисти 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 (мал. 32).

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, збільшуючись 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 використовувати 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. Викорис-



## 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?

тання спирту як пального запроваджено також у деяких європейських країнах, зокрема, у Франції і Швеції.

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

Біодизельне паливо було відоме ще з початку минулого сторіччя, але ним занехтували 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 (мал. 33). 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 олійстого ріпака, при відповідних врожаях, дає в середньому одну тонну біодизельного палива, що замінює одну тонну дизельного палива.

Побічний продукт виробничого процесу - гліцерол може використовуватися для виробництва 3,5 тис. предметів споживання, включаючи гліцерин, продовольчі змішувачі та нафтovі мастила для машин, підсолоджуючі речовини, відновлювачі шкіри, токоферол (вітамін Е), зволожувачі, добрива, безліч продуктів, що використовуються 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 пристосуватись до різних агрокліматичних умов, посівні площа 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. Авто-транспорт 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.



Мал. 33. Ріпак - сировина для отримання біопалива

При застосуванні біопалива вдається значно поліпшити ситуацію. Так, використання біоетанолу в умовах міського циклу, зменшує викиди оксидів Нітрогену на 25-40%, карбону (ІІ) оксида - майже у півтора раза, вуглеводнів - на 15-20%. Біодизельне пальне дає на 50% менше часток вуглецю, ніж нафтодизельне паливо, а також меншу кількість сполук нітрогену і карбону (ІІ) оксида. Викиди сульфуру (ІV) оксиду при його спалюванні у 100 разів менші, ніж дизельного. Тверді речовини, що викидаються при згорянні біодизельного

## Сторінки історії

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

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.

#### 4.12. Геотермальна енергія

Геотермальна енергія - це тепло Землі, яке переважно утворюється внаслідок розпаду радіоактивних речовин у земній корі та мантії. 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 (мал. 34).

Усує 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 навколошнію 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.

#### Це цікаво

■ Всередині Землі мітеплоти 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, міне 41 млн. років перш, ніж температура надр Землі знизиться тільки на півградуса.



Мал. 34. Геотермальні води - необмежене джерело енергії

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 (мал. 35).

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 відпо-



## 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?

відно 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. Залуже є унікальне місце площею 30 км. де на глибині 4 тис.м. середня температура сухих порід +200 °C. Цих запасів вистачає для роботи невеликих геотермальних електрических 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 °C.

В Україні визначено шість пріоритетних напрямків розвитку геотермальної енергетики:

- створення геотермальних станцій для тепло-постачання міст, населених пунктів і промислових об'єктів;
- створення геотермальних електростанцій;
- створення систем тепlopостачання з підзем-ними 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 Аквітанського осадових басейнів, гаряча вода температурою 45-85 °C 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 розтоплювання замерзлого ґрунту тощо. Оскільки геотермальна вода легко доступна, її використання буде зростати швидкими темпами.

## 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.



Мал. 35. Геотермальна станція

### 4.12.1. Геотермальні електростанції

Є два види геотермальних станцій: перші для генерування струму використовують пару, другі - перегріті геотермальні води. У перших суха пара зі свердловини надходить у турбіну або генератор для вироблення електроенергії. Вони простіші в проектуванні й експлуатації, ніж ті, що працюють на воді, оскільки тут не потрібне переміщення великих об'ємів води. Саме на такій станції вперше було отримано електроенергію.

На станціях іншого типу використовуються геотермальні води температурою понад 190 °C. Вода природним чином підіймається вгору свердловиною, подається в сепаратор, де внаслідок зменшення тиску частина її кипить і пере-творюється на пару. Пара спрямовується в генератор або турбіну і виробляє електрику. Це найбільш поширений тип геотермальної електростанції.

Найбільш перспективним способом відбору глибинної теплоти є створення підземних циркулярних систем (ПЦС) із повним або частковим поверненням відпрацьованої води в продуктивні пласти. Ці системи запобігають виснаженню запасів геотермальних вод, підтримують гіdraulичну рівновагу в підземних пластиах, запобігають забрудненню навколошнього середовища в місцях розташування геотермальних об'єктів.

Значні масштаби розвитку геотермальної енергетики в майбутньому можливі лише в разі одержання теплової енергії безпосередньо з гірських порід. У цьому випадку в місцях, де знайдено сухі гарячі скельні породи, бурять паралельні свердловини, між якими утворюють систему тріщин. Тобто фактично вони формують штучний геотермальний резервуар, в який подається холодна вода з наступним отриманням пари або пароводяної суміші.

### 4.12.2. Геотермальні теплові насоси

Середня температура Землі на глибині 3-5 м. впродовж року становить 10-13 °C і вище. Цим можна скористатися для опалення й охолодження будинків, виробничих приміщень, тваринницьких ферм за допомогою теплообмінників і теплонасосних установок, що дає змогу заощаджувати до 50-70% тепла, яке використовується для створення оптимального температурного режиму в приміщеннях. Для цього в землі за певною схемою прокладають канали для руху повітря, або закопують труби, у які подається вода (чи інший теплоносій). Незалежно від того, що циркулює в цій системі, за рахунок теплообміну з землею такий тепловий

насос може поглинати тепло землі й передавати його в будинок у холодну пору року або переміщувати з будинку в землю в спекотну пору.

Така система вентиляції була вперше змонтована у 1977 р. у США для створення мікроклімату в свинарнику площею 7,2 x 15 м. Для цього біля свинарника на глибині 3 м. прорили 12 каналів довжиною 30 м. За рахунок постійної циркуляції повітря в системі температура в приміщенні навіть узимку при -28 °C трималася на рівні +25 °C, а влітку при +35 °C та сама система охолоджувала повітря в приміщенні до +14 °C.

У деяких випадках використання теплової геотермальної помпи дозволяє економити до 2/3 енергії, що використовується для опалення.

### 4.12.3. 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 МВт•год; 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.

# **Зміни клімату**



## РОЗДІЛ V

### ЗМІНИ КЛІМАТУ

#### 5.1 КЛІМАТ ТА ГЛОБАЛЬНЕ ПОТЕПЛІННЯ

Клімат Землі постійно змінюється 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 клімату та глобального потепління

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 сонечно, 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.

#### 5.2. Планетарний клімат і парниковий ефект

Наши 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

#### Це цікаво

- На 1 км<sup>2</sup> 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.

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 різni історичнi 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 привело 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 інтервали 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.



Мал. 36. Планети і атмосфера  
(Джерело: UNEP/GRID-Arendal)

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.

## 5.2.1. Парниковий ефект

Однією з найважливіших характеристик клімату є температура, від якої залежить існування життя на нашій планеті. На Землі підтримання певної температури атмосфери забезпечують випромінювання Сонця та парниковий ефект. Величезна кількість сонячної енергії постійно поступає на Землю. Внесок Сонця в енергетичний баланс Землі в 5 тисяч разів перевищує те, що дають разом всі інші джерела енергії. Енергія Сонця більш ніж у 20 тисяч раз перевищує енергоспоживання усього людства.

Але протягом мільйонів років природа пристосувалася до цих величезних потоків енергії, була досягнута загальна теплова рівновага. Тому ця величезна енергія, що спрямована на Землю, не веде до загального потепління. Отримувана від Сонця кількість радіації відповідає випромінюванню, що віддається Землею в Космос, тобто радіаційний баланс Землі практично рівний нулю.

Коли сонячні промені проходять через атмосферу (пряма сонячна радіація) і, частково розсіваючись хмарними системами (розсіяна сонячна радіація), досягають поверхні Землі, нагріваючи її і тропосферу, то короткохвильове (ультрафіолетове) випромінювання перетвориться в теплове довгохвильове (інфрачервоне) випромінювання. Проте баланс між парниковим ефектом і сонячним випромінюванням далекий від постійності і стійкості.

Природний парниковий ефект не був створений людиною. Він існує на Землі сотні мільйонів років з моменту появи атмосфери. Через відсутність атмосфери, а значить і природного парникового ефекту, що зумовлює затримання сонячного тепла, середня температура нижніх шарів атмосфери Землі становила б  $-18^{\circ}\text{C}$ , а, отже, величезні простори земної поверхні були б постійно вкриті снігом та льодовиками. Саме парниковий ефект сприяв створенню умов для появи життя на Землі, фактично з'явився передумовою еволюції простих організмів до вищих форм життя і біорозмаїття, яке нас оточує. А завдяки йому вона становить  $+15^{\circ}\text{C}$ . Тому на відміну від багатьох інших планет у Всесвіті, на Землі склалися унікальні природні умови, що забезпечують існування високоорганізованих органічних форм життя (мал. 36). Але слід розрізняти природний парниковий ефект і парниковий ефект, що виник у результаті діяльності людини, так званий антропогенний парниковий ефект.

## Це цікаво

- Приблизно третина сонячної енергії відбувається атмосфорою 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.

Парникові гази атмосфери поглинають відбиту земною поверхнею теплову інфрачервону радіацію і частково посилають її назад, створюючи умови для додаткового нагріву земної поверхні і нижніх шарів атмосфери. Ступінь цього нагріву і кількість відображеній довгохвильової радіації залежить від відбиваючої здатності підстилаючої поверхні (ліс, трава, рілля, льодовик, сніг, скелі). Можна сказати, що в результаті інфрачервоне теплове випромінювання багато разів використовується, а парниковий ефект змінює тепловий баланс планети (мал. 37).

## 5.2.2 Кругообіг Карбону в природі

Кругообіг в природі Карбону - це його циклічне переміщення між світом живих істот і неорганічним світом атмосфери, морів, прісних вод, ґрунту і скель. Це - один з найважливіших біогеохімічних циклів, що включає безліч складних реакцій, у ході яких Карбон переходить з повітря і водного середовища в тканини рослин і тварин, а потім повертається в атмосферу, воду і ґрунт, стаючи знову доступним для використання організмами. Карбон необхідний для підтримки будь-якої форми життя, і будь-яке втручання в кругообіг цього елементу в природі впливає на кількість і різноманітність живих організмів, основним джерелом Карбону для яких є атмосфера Землі, де він присутній у вигляді карбону (IV) оксиду ( $\text{CO}_2$ ).

Концентрація карбону (IV) оксиду в атмосфері протягом багатьох мільйонів років, мабуть, істотно не змінювалася, складаючи близько 0,03% ваги сухого повітря на рівні моря. І хоча частка  $\text{CO}_2$  невелика, його абсолютна кількість справді величезна - близько 750 млрд. т. Карбону (IV) оксид легко розчиняється у воді, утворюючи слабку вугільну кислоту  $\text{H}_2\text{CO}_3$ . Ця кислота вступає в реакції з кальцієм і іншими елементами, утворюючи мінерали, які називаються карбонатами. Загальна кількість розчинених і осадових карбонатних сполук оцінюється приблизно в 1,8 трлн. т. Встановлено, що зелені рослини поглинають за рік близько 220 млрд. т  $\text{CO}_2$ .

Майже така ж кількість цієї речовини віддається в неорганічне середовище в процесі дихання всіх живих організмів, а також в результаті розкладання і згорання органічних речовин. Органічна речовина, похована і ізольована від дії повітря, розкладається тільки частково, карбон, що міститься в ньому ньому, зберігається. Піддававшись протягом мільйонів років тиску вище лежачих відкладів і геотермальному нагріву, значна



Джерело: Okanagan university college in Canada, Department of geography, University of Oxford, school of geography; United States Environmental Protection Agency (EPA), Washington; Climate change 1995, The science of climate change, contribution of working group 1 to the second assessment report of the intergovernmental panel on climate change, UNEP and WMO, Cambridge university press, 1996.

Мал. 37. Вплив парникового ефекту на тепловий баланс Землі

його частина перетворюється на викопне паливо (угілля, нафта), яке і утворює природний резерв Карбону. Незважаючи на інтенсивне його спалювання, що почалося з 17-го століття, невитраченими залишаються близько 4,5 трлн. т.

### 5.2.3. Парникові гази

Хоча парниковий ефект є цілком природним феноменом, він значно посилився в результаті діяльності людини у 20-му сторіччі, і сьогодні ми бачимо спустошливи наслідки парникового ефекту, зумовленого промисловою діяльністю людини (мал. 37). Нині цей природний феномен, посиленій діяльністю людини, стає реальною загрозою для існування людства у майбутньому. Ми маємо усвідомлювати що карбону (IV) оксид хоча і є складовою частиною природних процесів, але кількість цього газу в атмосфері давно перевищила необхідний рівень природних циклів. Більше того,  $\text{CO}_2$  не є єдиним газом, що спричиняє парниковий ефект. Багато інших газів, що потрапляють

до атмосфери в результаті людської діяльності, є складовими парникового ефекту, наприклад, нітроген (I) оксиду ( $\text{N}_2\text{O}$ ), що на додачу є дуже токсичним, та метан  $\text{CH}_4$ , який легко займається. Але вони утворюють лише незначну газову суміш в атмосфері. Не слід забувати і про озон  $\text{O}_3$  – це газ, дуже необхідний на вищих шарах атмосфери, адже він захищає життя на Землі від ультрафіолетового випромінювання, але на нижніх шарах атмосфери також може спричиняти виникнення парникового ефекту.

### Це цікаво

- Висихання території, відомої сучасникам як пустеля Сахара, відбувалося в два етапи: перший - близько 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.

Таблиця 9.

**Перелік парникових газів, їх джерел та вплив на навколошнє середовище**

Парникові гази	Антропогенні джерела	Дані
<b>Карбону (IV) оксид <math>\text{CO}_2</math></b>	Спалювання викопного палива (вугілля, нафта і природний газ). Лісові пожежі і вирубки лісів. Пустелі антропогенного походження. Виробництво цементу.	<p>Зростання антропогенних концентрацій: близько 55%</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Концентрація до розвитку промисловості: 280 ppmv*.</li> <li>- Концентрація сьогодні: 370 ppmv.</li> <li>- Зростання порівняно з концентрацією до розвитку промисловості: 30%</li> <li>- Час існування в атмосфері: (100 -1000 років), 10 - 15% залишається в атмосфері.</li> <li>- Потенціал глобального потепління (GWP): 1</li> </ul>
<b>Метан <math>\text{CH}_4</math></b>	Відходи домашніх тварин. Розкладання органіки на рисових полях. Виробництво, транспорт і спалювання викопного палива. Розкладання органічних відходів на звалищах. Можливі майбутні джерела: танення вічної мерзлоти, викликане діяльністю людини.	<p>Зростання антропогенних концентрацій: близько 20%</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Концентрація до розвитку промисловості: 0,70 ppmv</li> <li>- Концентрація сьогодні: 1,8 ppmv.</li> <li>- Зростання порівняно з концентрацією до розвитку промисловості: 160%.</li> <li>- Час існування в атмосфері: 8-12 років.</li> <li>- Потенціал глобального потепління (GWP): 21.</li> </ul>
<b>Нітрогену (I) оксид <math>\text{N}_2\text{O}</math></b>	Штучні добрива, що містять азот. Різні виробничі процеси. Спалювання викопного палива і біомаси при низькій температурі.	<p>Зростання антропогенних концентрацій: близько 4%</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Концентрація до розвитку промисловості: 0,275 ppmv –</li> <li>- Концентрація сьогодні: 0,317 ppmv.</li> <li>- Зростання порівняно з концентрацією до розвитку промисловості: 17%.</li> <li>- Час існування в атмосфері: 120 років.</li> <li>- Потенціал глобального потепління (GWP): 310.</li> </ul>
<b>Гідрофторкарбон HFC Перфторкарбони PFC Гексафторид сульфуру - <math>\text{SF}_6</math> і ін</b>	Холодильники, морозильні установки, кондиціонери. Протипожежні засоби. Пінисті засоби. Звукопоглинальний матеріали	<p>Зростання антропогенної концентрації: близько 12-13%.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Концентрація до розвитку промисловості: 0 ppmv</li> <li>- Концентрація в 1994р.: 0,001 ppmv.</li> <li>Час існування в атмосфері: 50 -50000 років.</li> <li>- Потенціал глобального потепління (GWP): до 23900 для SF6.</li> </ul>
<b>Озон <math>\text{O}_3</math></b>	Утворюється в результаті фотохімічної реакції, у тому числі і з'єднань, що містяться у вихлопних газах автомобілів.	<p>Зростання антропогенної концентрації: близько 9%.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Концентрація в тропосфері до розвитку промисловості: не визначена.</li> <li>- Концентрація сьогодні: приблизно у два рази більше, ніж до розвитку промисловості.</li> <li>- Час існування в атмосфері: приблизно 1 місяць.</li> </ul>

\* ppm — концентрація представляється як "Part per million" (мільйонна частина, зазвичай мається на увазі об'ємна частина: ppmv\* - мільйонна частина за об'ємом).

Загалом, до основних парникових газів відносяться: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub> (табл.9). Ще до парниковых газів відносять водяну пару, але оскільки людина фактично не впливає на її концентрацію в атмосфері, її зазвичай не згадують. Нагромадження парниковых газів в атмосфері порушує природний температурний баланс на планеті і викликає загальне потепління і зміну клімату.

Для того, щоб негативні ефекти і наслідки накопичення парниковых газів викликали зміни клімату Землі, знадобилося чимало часу. Але цілком зрозуміло, що набагато більше часу знадобиться для того, аби зменшити наслідки впливу газів, які вже сьогодні накопичено в атмосфері.

Сьогодні середньорічний показники викидів CO<sub>2</sub> на душу населення у світі в середньому дорівнюють 4 тоннам. Однак, у США, Канаді, Росії показники викидів карбону (IV) оксиду на душу населення є значно вищими за середній, оскільки ці країни мають потужне енергозатратне виробництво та значне споживання енергоресурсів у приватному секторі. Інші країни, особливо в нерозвинутих регіонах світу, мають середній показник викидів CO<sub>2</sub> суттєво нижчий за середній.

### 5.3. Антропогенний парниковий ефект

Для приведення в дію знарядь праці і здійснення технічних процесів люди все більше використовують енергію, безпосередньо накопичену планетою ще до появи людини. Витрачання цієї енергії стало чинником, що впливає на екологію Землі, призвело до низки негативних екологічних наслідків, які ми спостерігаємо сьогодні. Це спустелювання, ерозія ґрунтів, знищення деяких видів рослин і тварин, “озонові діри”, глобальне потепління, забруднення річок, водних басейнів, які помітно погіршили умови існування людини і в осяжному майбутньому можуть взагалі поставити під загрозу її існування на Землі.

Збільшення викидів парниковых газів в атмосферу є наслідком бурхливого розвитку світової економіки після промислової революції 19 століття і переважно зумовлено інтенсивною промисловістю, основаною на масовому використанні викопного палива – вугілля, нафти та газу. Велетенська кількість парниковых газів, що утворюється при спалюванні цих видів палива перешкоджає надлишковому теплу повернутися до космосу і, таким чином, викликає перегрівання земної поверхні, повітря та води. І це є основною причиною штучно створеного парникового

ефекту. Упродовж останніх десятиріч ці зміни наростили, ставали дедалі більш очевидними і згубними і зараз знаходяться на межі глобальної екологічної кризи, вимагаючи від людства негайних заходів щодо пом'якшення змін клімату.

Донедавна головними винуватцями світового виробництва парниковых газів були розвинуті країни. Але при наявному збільшенні чисельності населення та швидкому економічному зростанні, яке спостерігається в Китаї, Індії та інших країнах Східної Азії картина може змінитися протягом кількох наступних десятиліть, особливо якщо і в майбутньому для отримання енергії вони підуть шляхом використання викопного палива. Тому ми не повинні заспокоювати себе тим, що процес глобального потепління, викликаний життєдіяльністю людини, матиме поступовий щадний характер.

Антропогенні джерела парникового ефекту. До основних антропогенних джерел парникового ефекту належать: енергетика, промисловість, транспорт, знеліснення і сільське господарство.

**Енергетика.** Більше 60% всіх парниковых газів потрапляють в атмосферу Землі в результаті спалювання викопного палива для виробництва теплової і електричної енергії і в двигунах внутрішнього згорання.

**Транспорт** є основною причиною неухильного зростання викидів CO<sub>2</sub> в атмосферу. У США вони становлять третину всіх викидів CO<sub>2</sub> по країні, а в Європі ця пропорція дорівнює одній п'яті частині, яка постійно зростає. Ситуація може значно погіршати, якщо використання особистого автотранспорту в країнах, що розвиваються, буде безперешкодно підвищуватись. Слід пам'ятати, що автомобільні двигуни виробляють не тільки CO<sub>2</sub>, але і речовини, які беруть участь в утворенні озону у фотохімічній реакції з сонячним світлом.

### Подумайте і дайте відповідь

1. Як виникають кислотні дощі?
2. Що таке “парниковий ефект”?
3. Чи можна однозначно стверджувати, що парниковий ефект шкідливий?
4. Чому для людства такий важливий переход від невідновлюваних енергоджерел до відновлюваних?
5. Яка Міжнародна конвенція покликана захистити навколошнє середовище від забруднення і призупинити глобальне потепління?
6. Як, на вашу думку, можна попередити розвиток енергетичної кризи?



Мал. 38. Джерело метану

**Знеліснення.** Вирубка лісів не є чимось новим, але вона ніколи не була настільки масштабною і інтенсивною, як зараз, коли з лиця землі зникають величезні площі лісів, перш за все тропічних лісів у екваторіальних широтах. Щороку вирубується або гине в результаті пожеж близько 17 мільйонів гектарів тропічного лісу, що відповідає території в 4 рази більшої, ніж територія Данії. В результаті цього значні об'єми CO<sub>2</sub>, залишаються в атмосфері. Крім того після вирубки тропічних лісів сильні дощі розмивають ґрунт, призводячи до ерозії, що знижує родючість та унеможливлює природне відновлення лісового покриву. Крім екологічних наслідків це має і негативні соціальні наслідки, викликаючи міграції місцевого населення із спустошених районів в інші місця, часто на сотні кілометрів від їх попереднього місця проживання.

**Сільське господарство.** Ще одним суттєвим джерелом викидів парникових газів є сільське господарство. Наприклад, підвищення рівня споживання м'яса, що зараз спостерігається у світі, закономірно призводить до зростання викидів в атмосферу одного з найнебезпечніших парникових газів – метану. Метан є побічним продуктом травлення у травоїдних тварин та утворюється з

## Це цікаво

- Ступінь «шкідливості» парникових газів оцінюється в умовних одиницях CO<sub>2</sub> – еквівалента (потенціал глобального потепління – GWP – Global Warming Potential). Одна тонна CO<sub>2</sub> – еквівалента рівна одній метричній тонні CO<sub>2</sub>.
- Так, наприклад, якщо для карбону (IV) оксиду величина CO<sub>2</sub> – еквівалента рівна 1, то для метану (CH<sub>4</sub>) вона рівна 21, для N<sub>2</sub>O – 310, а для SF<sub>6</sub> – 23900.

гною і посліду птахів (мал. 38). Загрозливі кількості метану утворюються і при розкладанні органічних речовин на затоплених рисових полях Азії та південних районах України. А широке застосування у сільському господарстві мінеральних добрив призводить до утворення N<sub>2</sub>O.

## 5.4. 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 вимушенні 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 короткочасні заморожування, посухи означають смерть. І чим інтенсивніше та швидше протікатиме потепління, тим більше екосистем опиниться 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 цьо-

му 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 ІРСС говорить, що підвищення температури до 2100 р. може складати, при надзвичайно екстремальних (оптимістичних і пессимістичних) 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 штурмів. Очікується, що активність тропічних циклонів за 21 сторіччя може зрости на 66%. Якщо у 2001 році експерти ІРСС 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 ІРСС робить дуже пессимістичні 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 ХХІ столітті його концентрація продовжить своє загрозливе зростання.

Глобальне потепління має негативний вплив як на природу, так і в не в менший 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?



Мал. 39. Берегозахисні споруди

### Підвищення рівня моря

Підвищення рівня світового океану становить значну загрозу для узбережжих 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 узбережжих і островівних 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 узбережжих 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 вдастся 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 при-



**Мал. 40. Мільйонам людей на Землі загрожує дефіцит питної води**

зведе 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 Близкого Сходу (мал. 40). 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, громадяні яких вже і без того страждають з голоду, породженого бідністю і природними катаклізмами. А зараз вони стоять

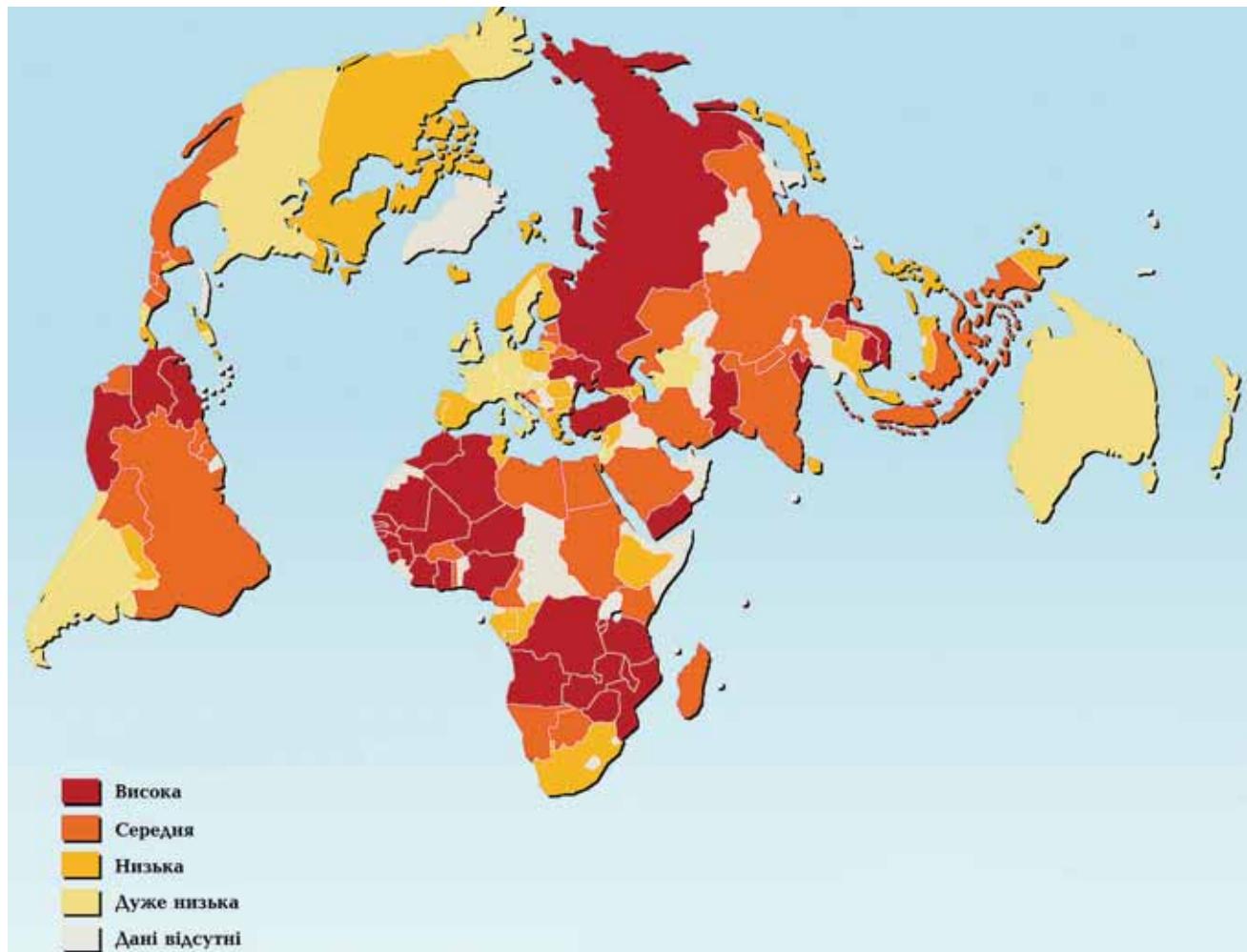
віч-на-віч з реальною загрозою голодної смерті. Глобальне потепління має негативний вплив і на інші системотворюючі галузі національних економік (мал. 41). Потепління порушить нормальнє функціонування екологічних систем, позначиться на природних ресурсах, санітарних та інших умовах життя, торкнеться 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 непривезеними 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 підвищеннем 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 придатною для них і, тим самим, дозволяти бактеріям й вірусам по-трапляти у нові регіони, в яких люди є непідготовленими до цих захворювань. Малярія, холера та хвороба Лайма поширюються на вищі широти та інші довготи. Так вже зафіковане 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 катаklізмів, 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.



Мал. 41. Уразливість національних економік від негативного впливу глобального потепління на риболовецьку промисловість (UNEP/Grid-Arendal, 2009)

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 вплинутимуть 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 (мал. 42). Але, на жаль, щоб робити якісь більш менш достовірні довготривали прогнози, ми дуже мало знаємо про їх реакцію на глобальне потепління або механізми їх впливу на глобальні процеси.

Є думка, що Гольфстрім підтримується природними гіантським «насосом» в районі на схід від Гренландії. Теплі води, які приносяться цією течією, в Норвезькому морі віддають вели-

чезну 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.

### 5.5. Міжнародні аспекти проблеми зміни клімату

Зростаюча загроза глобальних змін клімату з не передбачуваними для людства наслідками заставляє світову спільноту об'єднувати

## Кіотський протокол

На III Конференції сторін Конвенції, яка відбулася в Японії (м. Кіото) у 1997 році, було підписано так званий Кіотський протокол. Цим протоколом були закріплені зобов'язання згаданих країн щодо її виконання. Кожна з них зобов'язується не перевищувати встановлених Протоколом дозволених об'ємів викидів (квоти). Відповідно до Кіотського Протоколу країни повинні зменшити викиди парникових газів:

- на 8% - країни ЄС, більшість країн Східної Європи та Швейцарія;
- на 7% - США;
- на 6% - Канада, Угорщина, Польща, Японія;
- на 5% - Хорватія;
- на 0% - Україна і Росія (дістали квоти на викиди парникових газів на рівні 1990 року).

Дозволено збільшення викидів у певних межах Норвегії, Ісландії, Австралії. Крім цього, Кіотський протокол визначив так звані "гнучкі механізми", які б дали зможу всім країнам виконати свої зобов'язання. До них належать:

- торгівля квотами на викиди парникових ефектів (міжнародна ринкова торгівля Карбоном);
- спільне впровадження (інвестиційні проекти із зменшення викидів парникових газів);
- механізм чистого розвитку (для країн, що розвиваються).

Усі ці механізми повинні бути узгоджені на міжнародному рівні й почати діяти в період 2008-2012 років, коли буде проходити перша фаза дії Кіотського протоколу. У березні 1999 року Україна підписала Кіотський протокол, а 5 лютого 2004 року Верховна Рада України ратифікувала його. Виконуючи взяті зобов'язання, Україна не тільки заощадить ресурси, але й зробить глобальний крок назустріч захисту клімату на планеті.

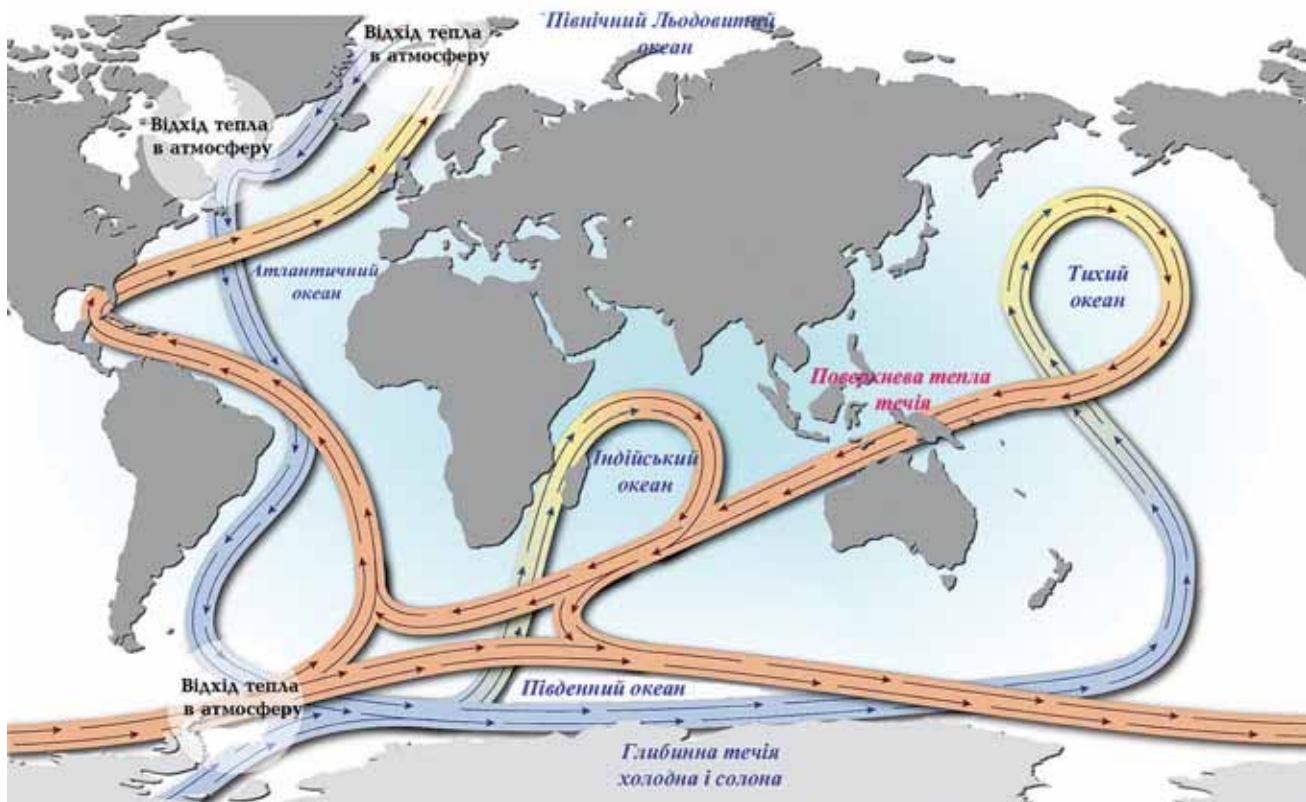
свої зусилля у напрямку пошуку реальних шляхів виходу з наймасштабнішої екологічної кризи.

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 проблеми 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 (неспростовні) дані - це ключове повідомлення цього звіту", які підтверджують, що ті, хто має сумнів про роль людства в зміні клімату, "можуть більше не нехтувати 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 Pio-



Мал. 42. Морські течії і тепловий баланс Землі (Джерело: UNEP/Grid-Arendal)

де-Жанейро на Все світньому саміті представниками 155 держав була підписана Рамкова конвенція ООН з питань зміни 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 країн, 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 з 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:

• **Проекти спільного впровадження (CB) (Joint Implementation (JI)** – проектно орієнтований механізм передачі одиниць скорочення викидів іноземному інвесторові країні із списку Додатку 1 Кіотського протоколу. Цей механізм дозволяє заявляти своє право країни, в якій реалізується проект CB, і передавати одиниці скорочення викидів (OCB) -- 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 „додатковості”;

- **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;

- **Міжнародна торгівля викидами (International Emissions Trading or 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 виконання 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 умовою 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

## 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?

проходила в грудні 2007 року на індонезійському острові Балі. Конференція відбувалась в атмосфері жорстких і затяжних дискусій, засідання делегатів не припинялися навіть вночі.

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 держав. 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 зміну клімату. Через освітні програми у школах, поширення інформації шляхом 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, ми зможемо подолати зміни клімату. І кожен, навіть найменший, внесок, що ви зробите у охорону довкілля, стане кроком назустріч порятунку нашої планети.

# **Пом'якшення змін клімату**



## Розділ VI. ПОМ'ЯКШЕННЯ ЗМІН КЛІМАТУ

Ви вже знаєте, що виробництво енергії, яку ми споживаємо, завдає значної шкоди рослинному і тваринному світові, довкіллю, здоров'ю людини. Це змушує нас задуматися над можливостями ефективнішого використання енергії, що, безперечно, сприятиме збереженню навколошнього середовища і в той же час буде вигідно споживачу. Економія ресурсів і енергії - реальний спосіб зменшити витрати і зберегти довкілля для наступних поколінь.

### Енергоефективність - найдешевше і екологічно чисте джерело енергії

#### **6.1 Як використовується енергія**

Енергія у вигляді електричного струму, нафти або газу сама по собі не є корисною. Але робота чи інші способи використання енергії, отриманої з цих джерел, - невід'ємна частина нашого повсякденного життя. Невидимі й безпечні джерела енергії можуть бути застосовані для одержання світла, тепла, механічної роботи тощо. Таке використання джерел енергії називаємо корисним застосуванням енергії.

Різні джерела енергії використовуються для:

- нагрівання;
- охолодження;
- освітлення;
- механічної роботи.

#### **6.2 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.

### Ефективно використовувати енергію (принцип перший)

У розділі "Енергія" було розглянуто закон збереження і перетворення енергії, і 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 навколошнє 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.

### Застосовувати джерела енергії нижчої якості (принцип другий)

Якщо ми можемо послуговуватися 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.

#### **6.3 Одержані 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.

## 6.4.1. Обігрівання приміщень

Енергоспоживання двох зовні однакових моделей з одинаковими функціональними можливостями може значно відрізнятися. Вибравши більш енергоекспективний, 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.

### 6.4. 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.

### Завдання

Візьміть звичайний український товар, зроблений з кількох матеріалів. Спробуйте довідатися, де він виготовлений і звідки надходять різні матеріали для його виробництва. Візьміть карту і намалюйте на ній лініями шлях, який проходять матеріали від виробництва до кінцевого споживача.

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 енергоекспективність 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 нашому класі й 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 застосовувати 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.

## 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.

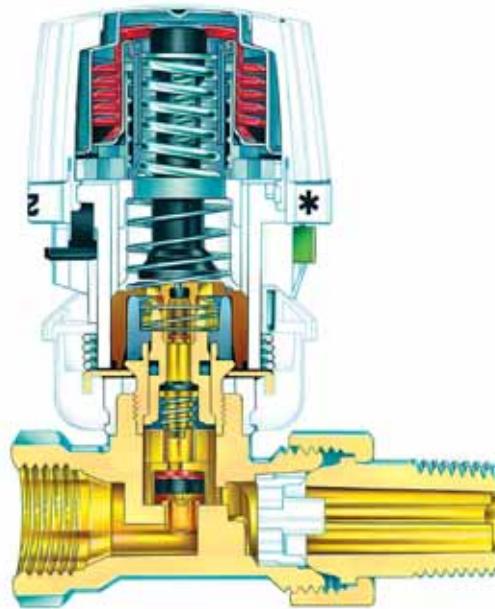
Поліпшити утеплення будівлі - важка і, як правило, дуже дорога праця. Доклавши певних зусиль в утепленні приміщень та вікон, ми могли б заощадити теплову енергію в своєму будинку. Фахівці підрахували, що звичайними заходами можна зменшити втрати тепла на 5-10 %.

### 6.4.2. 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 втрати гарячої води свідчать, що одна людина в Україні витрачає її значно більше ніж, наприклад, у Норвегії. Тепер вартисть 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.



Мал. 43. Сучасний радіаторний терморегулятор (Данфосс)



Мал. 44. Терморегулятор у розрізі  
(Данфосс)

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 втрати на опалення через підвищення ефективності використання тепла, що надійшло до нас. Найбільш простим та ефективним способом є встановлення радіаторних терморегуляторів, що дозволяють регулювати надходження дорогоого 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 (мал. 43).

Принцип дії радіаторного терморегулятора полягає в наступному: при підвищенні температури збільшується тиск газу у термоелементі й прикривається клапан (мал. 44).

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, окупо-

вуються 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 пральні машин, звичайно, самостійно нагріває воду за допомогою електронагрівачів. З огляду на різну енергоефективність цих пристрій загальними рекомендаціями при їх виборі є:

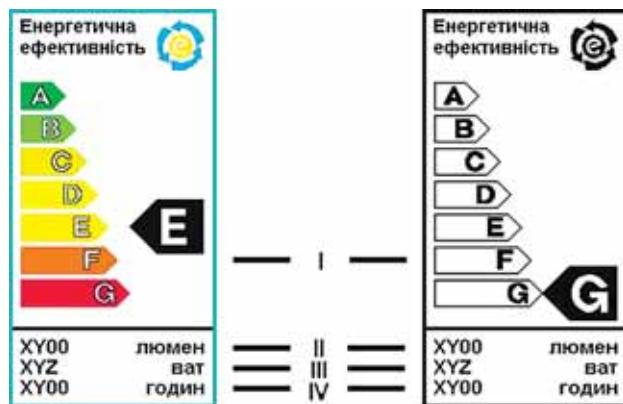
- обираєте пральні машини, які за один цикл використовують не більше 50 літрів води;
- посудомийні машини мають використовувати на одне завантаження не більше 15 літрів води.

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

#### 6.4.3. Енергетичне маркування

Рациональне 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 пристрій і пристрій що допомагають їй у побуті, роботі, полегшують життя. Більшість з них живиться електричним струмом. Але часто пристрій що здійснюють одні і ті ж функції можуть споживати різну кількість енергії для виконання одного і того ж обсягу роботи. Тобто вони



Мал. 45. Зразок енергетичної етикетки для товарів побутового призначення

мають різну енергетичну ефективність. Споживачі мають знати ступінь ефективності використання енергії у пристроях, 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 пристроями.

Завдяки енергетичному маркуванню ми можемо обирати пристрой 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 поширенна на інші пристрой, та навіть будинки. Сьогодні, з огляду на проблему глобального потепління та необхідності зменшення викидів парникових га-

#### ЗАХОДИ ДЛЯ ФАХІВЦІВ

(вони допоможуть вам зрозуміти суть складніших питань)

- Обладнати радіаторними терморегуляторами регулятори на радіаторах опалення в кожній кімнаті.
- Налагодити механічну вентиляцію з поворненням теплоти.
- Замінити погано утеплені вікна чи забезпечити їх додаткове утеплення.
- Доцільно зменшувати втрати теплоти в тепломережах.
- Проводити вчасно ревізію та модернізацію теплових пунктів та систем опалювання будівель.



Мал. 46. Сучасне архітектурне освітлення. Мости Московський та Південний (м. Київ) та м. Полтава (Philips<sup>®</sup>)

зів розроблена система маркування, що дозволяє оцінити та порівняти рівні викидів парникових газів будинками, машинами, двигунами внутрішнього згоряння 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 розвиту 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/ЄС 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.

## Завдання

Відвідайте магазин, що торгує холодильниками, і довідайтеся в продавця про середній термін роботи та рівень енергоспоживання різних моделей. Підрахуйте щорічну і загальну економію, виходячи з терміну експлуатації холодильника.

## 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 (мал. 45). 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 етика 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.

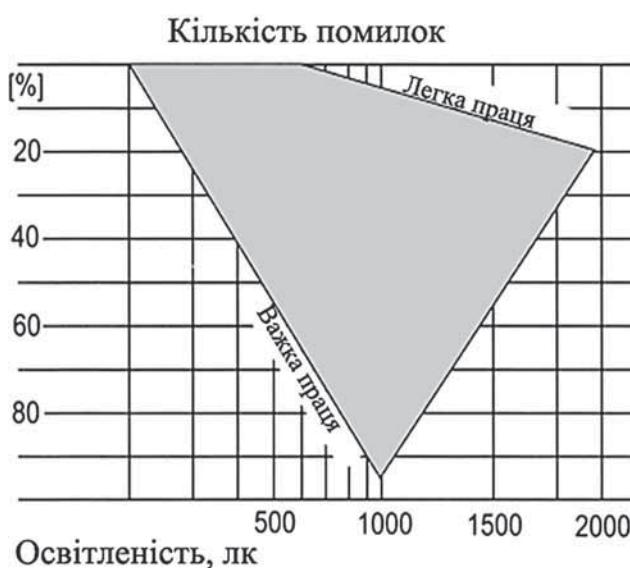
#### 6.4.4. Освітлення

Людям для існування потрібне світло. Понад 95% інформації про оточення людина отримує завдяки зору, ефективність якого повністю залежить від якості освітлення (мал. 47). За свою історію людство використовувало для освітлення все, що може горіти. Після винаходу ламп розжарювання і впровадження електромереж електричне світло виявилося 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 (мал. 46). Освітлення - це одне з тих застосувань енергії, де дійсно варто використовувати високоякісну енергію електрики.

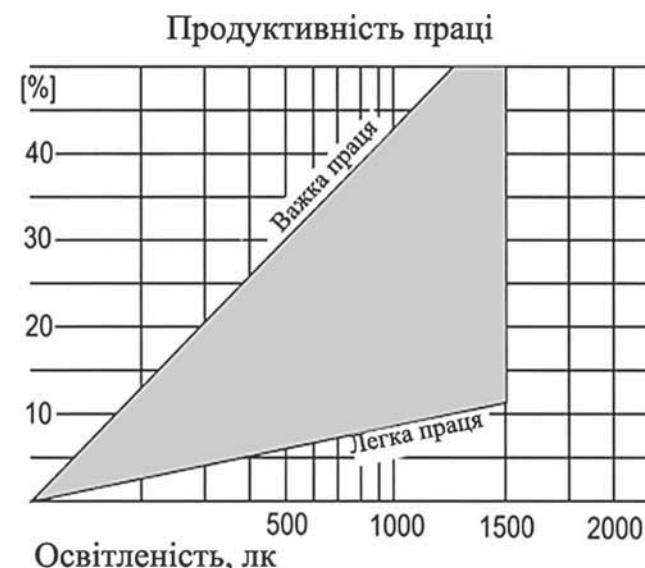
Постійно зростаючі потреби в освітленні вимагають збільшення обсягів виробництва електроенергії, що в свою чергу потребує додаткових ка-

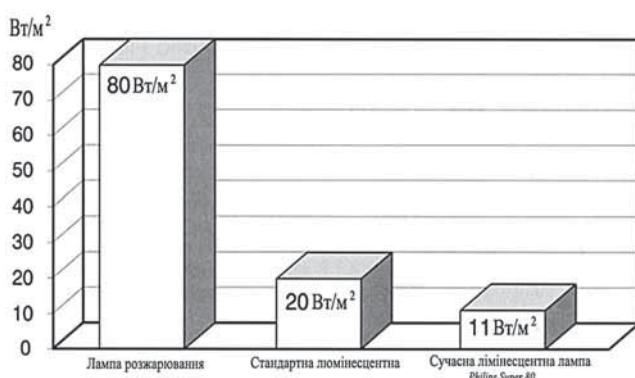
піталовкладень для створення нових потужностей з виробництва електроенергії, добування паливних копалин та утилізації відходів. В Україні для освітлення витрачається понад 32 млрд. кВт\*год. електроенергії, що складає близько 30% загального обсягу її споживання. Питома вага витрат електроенергії в Україні 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.

Поширені 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. (мал. 48). 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.



Мал. 47. Залежність параметрів діяльності людини від рівня освітленності





**Мал. 48. Споживання електроенергії на 1м<sup>2</sup> та рівні освітленості 300лк (Philips<sup>®</sup>)**

Тривалість роботи цих джерел світла до 100 тис. годин, а енергоефективність у 8–12 разів більша за ефективність ламп розжарювання.

В Україні із вересня до травня необхідно підвищувати рівень освітлення навчальних приміщень за допомогою штучного освітлення. Тому питання забезпечення якісного та ефективного освітлення в навчальних закладах є надзвичайно важливими, так як має вплив якна довкілля, так і здоров'я та працездатність школярів (мал. 47).

### Джерела світла та освітлювальні установки

Використання сучасної освітлювальної техніки (енергозберігаючі лампи, освітлювальні системи) дозволяє заощаджувати до 75 % електроенергії. (мал. 51).

В Україні перехід на використання енергоощадних ламп дасть можливість заощадити понад 14 млрд кВт·год електроенергії, що дорівнює кількості електроенергії яку в середньому за рік виробляє одна АЕС. До того ж така проста справа як заміна звичайних жарівок на енергоо-



**Мал. 49. Компактна лімінесцентна лампа (енергозберігаюча)**

щадні лампи (мал. 49) дозволить скоротити викиди в атмосферу парникових газів на 7-8 млн тонн щороку.

Джерела світла (лампи) це лише один компонент освітлювальних систем. Насправді освітлювальні установки (світильники) це складні багатокомпонентні системи у яких кожна складова має свій внесок у загальну економію електроенергії та ефективність освітлення робочого місця чи площини. Загалом світильник – це електротехнічний пристрій, що складається з джерела світла (лампи) та світлотехнічної (освітлювальної) арматури. Освітлювальна арматура забезпечує кріплення джерела світла та його під'єдання до джерела живлення, перерозподіляє випромінювання лампи в просторі та змінює його властивості (наприклад, спектральний склад випромінювання), захищає лампу від впливу довкілля та механічного пошкодження. До освітлювальної арматури відносять пускорегулювальну апаратуру, оптичну систему (відбивач і розсіювач), корпус, захисний екран (плафон) та електричний вузол. Кожен компонент світильника доповнює один одного і впливає на загальну ефективність освітлювальної системи. Наприклад ПРА буває двох типів: електромагнітний та електронний. Електронні ПРА ефективніші за електромагнітні на 25%, що безумовно впливає на енергоспоживання освітлювальних систем в цілому. Те саме стосується відбивача, який є точно розрахованою оптичною системою, що забезпечує спрямування максимально можливої кількості світла на необхідний нам об'єкт, наприклад, з рівня стелі на поверхню парти чи робочого столу. Таким чином, застосовуючи при модернізації внутрішнього освітлення громадських будівель,офісів та навчальних закладів системи різного типу ми можемо

### 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.



Мал. 50. Сучасний люмінесцентний світильник для навчальних приміщень (Philips<sup>®</sup>)

досягнути економії 40-80% електроенергії при збереженні, а часто суттєвому покращенні якості освітлення (мал. 50). Розглядаючи можливості економії електроенергії та підвищення ефективності освітлення слід зупинитися на типах джерел світла, що зараз використовуються для освітлення.

Джерела світла можна розділити на дві великі групи: лампи розжарювання і газорозрядні лампи. Енергоефективність ламп, у порівнянні зі звичайною жарівкою, різна для кожного типу, але у будь-якому випадку як за показниками енергоспоживання, так і за якісними показниками газорозрядні лампи мають значні переваги, а саме:

#### Лампи розжарювання:

- Звичайні лампи розжарювання – 0%
- Галогенові лампи – енергозбереження 30%

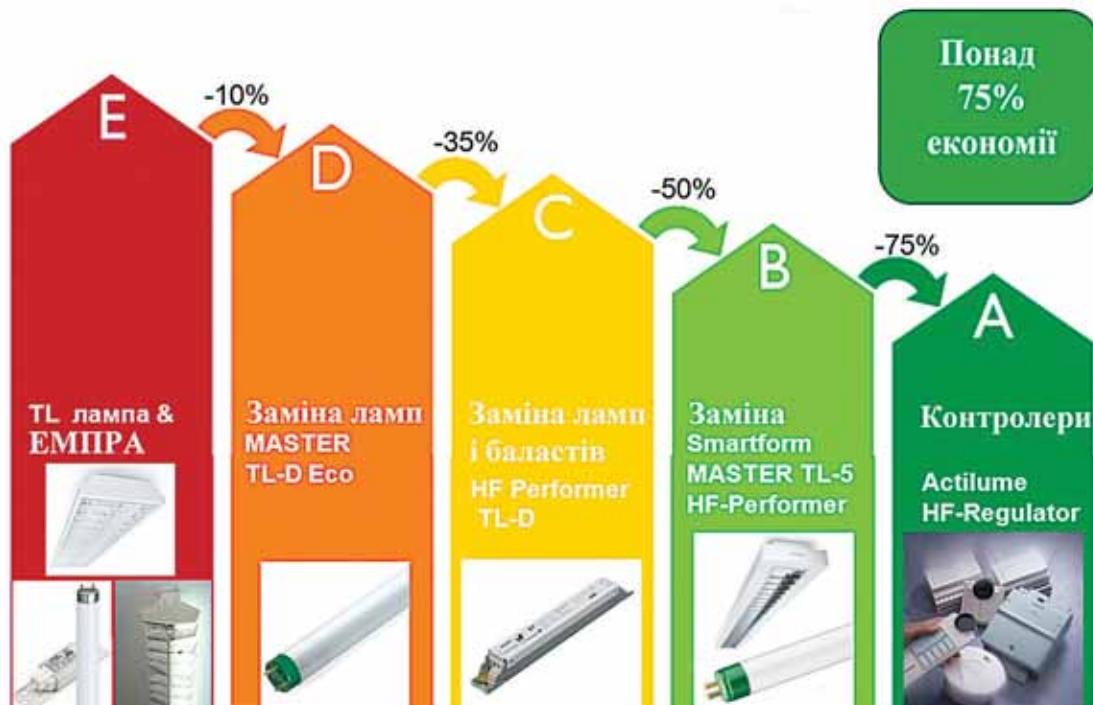
#### Газорозрядні лампи:

- Ртутні високого тиску - енергозбереження 75%
- Метало-галогенові високого тиску - ефективніші на 80%
- Ртутні низького тиску \*люмінесцентні) – ефективніші на 85%
- Натрієві високого тиску – ефективніші на 90%
- Натрієві низького тиску – ефективніші на 92%

Основні сфери застосування штучного світла наступні:

- 1. Побутове освітлення** – використовуються переважно жарівки та компактні люмінесцентні лампи, загальновживана назва останніх – енергозберігаючі;
- 2. Внутрішня підсвітка** громадських будівель, офісів і навчальних закладів – використовуються газорозрядні лампи ртутні низького тиску (люмінесцентні трубчаті), а також метало-галогенові високого тиску;
- 3. Внутрішнє освітлення** промислових об'єктів – різні типи газорозрядних ламп;
- 4. Зовнішнє освітлення** доріг, площ та архітектурних об'єктів – виключно газорозрядні лампи високого тиску.

Ще один, перспективний з точки зору ефективності, тип джерел світла – світлодіоди. Однак вони досі ще знаходяться на стадії розробки і застосовуються здебільшого для декоративної підсвітки. За умови доведення якісних характеристик світлодіодів до належного рівня та налогедженні їх промислового виробництва, світлодіоди – світло майбутнього.



Мал. 51. Потенціал енергозбереження в загальному освітленні (Philips<sup>®</sup>)

## Люмінесцентні лампи

Стандартні люмінесцентні лампи, або ртутні лампи низького тиску, мають видовжену скляну колбу циліндричної форми, наповнену парами ртути, внутрішні стінки якої вкриті шаром люмінофору. Ультрафіолетове випромінювання, що виникає внаслідок електричного розряду в парах ртути, взаємодіючи з люмінофором, викликає його видиме свічення. Дані лампи представлені вузьким діапазоном потужностей. Вони високоенергоефективні, однак чутливі до перепадів напруги: у випадку зниження напруги на 20% лампа не вмикається, на 25-30%-ввімкнена лампа гасне. Лампи мають тривалий термін експлуатації, але помітно старіють. Ртуть і люмінофор відпрацьованих ламп небезпечні для довкілля.

Трубчасті люмінесцентні лампи випускають з різним спектральним складом випромінювання: білого світла (тип ЛБ), тепло-білого (тип ЛТБ), холодно-білого (тип ЛХБ), денного (тип ЛД), денного світла з виправленою передачею кольорів (тип ЛДЦ), природного (тип ЛЕ) і природного світла з покрашеною передачею кольорів (тип ЛЕЦ). Через обмежений діапазон робочої температури (5-40 °C) вони малопридатні для зовнішнього використання в умовах холодного клімату.

Видозміною люмінесцентних ламп є компактні люмінесцентні лампи (мал. 49). Їх невеликих розмірів досягнуто згинанням газорозрядної трубки. Компактні люмінесцентні лампи зручні у використанні, тому що можуть підключатися до тих самих патронів, що і традиційні жарівки. Дані лампи широко застосовують як альтернативу лампам розжарювання: при однаковому світловому потоці вони споживають вп'ятеро менше електроенергії, а середній термін їх експлуатації вдесятеро довший.

### Що можна зробити

Економне використання освітлення полягає у відповідності потреб у освітленні і освітлювальної техніки. Багатоламкова 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.

## 6.4.5. Транспорт

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. Ale зараз зростає інтерес до розробки електромобілів, до використання біопалива в двигунах вантажівок і автобусів тощо.

Уявіть собі, що ви збираєтесь 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 і 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.

### 6.5. 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 тепlopостачання. В Україні у більшості міст тепlopостачання здійснюється централізовано. Недосконала конструкція систем розподілення та слабка теплоізоляція труб призводять до того, що на шляху від джерела тепла (котелень, тощо) до споживача втрачається близько 30 % енергії. Щоб підтримувати температуру в приміщеннях на належному рівні необхідно витрачати додаткові ресурси. А відтак підвищується вартість спожитої енергії. При належній теплоізоляції і вдосконаленні комунікаційних систем розподілу, теплових мереж ці втрати складатимуть 3-5 %.

Неefективні системи тепlopостачання 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 тепlopостачання 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 енергосервісну 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 тепlopостачання 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 запобігає 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.

## Для обговорення

Ви вже знаєте, що енергія не може зникнути. Тоді поясніть, куди поділася енергія теплого повітря в кімнаті, коли температура повітря в ній знизилася?

## 6.6. 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 енергоєфективним рішенням є використання наявних речей.

### 6.6.1. 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 площеу 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.

### 6.6.2. 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

#### 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.

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 навколошнього 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 хлорорганічні 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 стабільний 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 розсортувати сміття, а не звалювати його в одну купу.



## ПРАКТИКУМ

### Аналіз теплового стану будівлі

#### **Мета:**

- допомогти учням зрозуміти проблеми енергозбереження, набути навичок систематичного обстеження школи;
- розробити систему запису та інтерпретації даних, використовуючи при можливості комп’ютерне обладнання для їх обробки.

#### **Основні результати та види діяльності учнів:**

- температурне обстеження школи;
- температурна карта школи;
- ідентифікація гарячих та холодних зон;
- аналіз причин виникнення цих зон;
- презентація результатів.

#### **Підготовка**

Перед плануванням обстеження важливо, щоб учні зрозуміли, для чого виконується ця робота. Клас розбивають на групи по 2-4 учні. Необхідно проаналізувати переваги збереження та ефективного використання енергії в будівлях, можливості зменшення шкідливого впливу на довкілля, спричиненого виробництвом та постачанням енергії, поліпшення умов, заощадження коштів. Проведіть тематичні екскурсії, запросіть в школу на бесіду спеціалістів.

Підготуйте загальний план школи. Кожній групі надається своя ділянка (кімнати, кабінети, сходи, підвали, зали та ін.). Зібрані дані потрібно оформити у вигляді протоколу.

#### **Збирання та обробка даних**

Групи учнів провадять виміри після узгодження плану та графіка дій з учителем та адміністрацією школи. Дані, що отримала кожна група, узагальнюють і використовують для побудови температурної карти школи. На загальній карті інформація може бути нанесена у вигляді кольорових температурних зон відповідно до рекомендованих температур, наприклад, за допомогою такого кольорового коду:

- синій - понад 4 °C нижче рекомендованої температури;
- голубий - нижче рекомендованої температури на 1-4 °C ;
- зелений - до 1 °C нижче та до 1 °C вище від рекомендованої температури,
- жовтий - вище від рекомендованої температури на 1-4 °C ;
- червоний - вище від рекомендованої температури більш як на 4 °C.

Рекомендовані середні температури повітря:

- спальні кімнати шкіл-інтернатів та інтернатів при школах, спортивна зала - (+16 °C);
- медичний кабінет, роздягальня спортивної зали - (+20 °C);
- навчальні майстерні - (+15 °C);
- класні кімнати, лабораторії, їдальні, кабінети викладачів, адміністрації та ін. (+18 °C).

При виконанні вимірювань треба пам'ятати, що в різних частинах приміщення температура може відрізнятися. Вона також змінюється протягом тижня залежно від погоди, пори року. Тому слід повторити обстеження в різний час доби, тижня, року. Виміри можуть здійснюватися протягом 24 годин або тижня. Для більш повної картини можна зіставити результати, які були отримані іншими класами.

Доцільно створити комп’ютерну базу даних, яка б допомагала збирати, аналізувати та презентувати інформацію, що була зібрана протягом декількох років.

#### **Аналіз результатів**

Температурні карти можуть бути побудовані окремо для різних днів або годин, можна обрати середні показники для приміщень. За їх допомогою визначаються температурні зони школи.

Під час аналізу результатів необхідно, передусім, сконцентруватися на таких питаннях:

- як показники температурної карти залежать від часу дня, пори року, коли було проведено обстеження?

- чи є надто гарячі та холодні зони? Які на це причини? Наприклад, залишені відчиненими вікна, погана ізоляція, неналежний рівень опалення, не працюють термостати. Як передається енергія від джерела до приміщення? У цих зонах можна провести додаткові обстеження, огляд стану ізоляції, виміри температури в різних частинах приміщення, в різних місцях, на різній висоті.

- які можуть бути надані рекомендації? Визначте кому (групі, класу, колективу школи, групі енергоменеджменту) і у якому вигляді (плакат, графіки, стаття, буклет, доповідь, звіт) будуть подані результати обстеження?

## 6.7. Місце події – школа: Де використовується енергія і як її можна заощадити

Із наступного тексту ви можете дізнатись більше про те, де використовується енергія у вашій школі та як ви можете заощадити енергію, а також про те, як можна підготувати та реалізувати у своїй школі власний проект з енергозбереження. Можливостей багато – просто подивітесь, які ініціативи краще підійдуть вашій школі!

### 6.7.1. Енергетичний менеджмент у школі

Метою шкільного енергоменеджменту є забезпечення якомога більш ефективного та економного використання енергії у навчальному закладі при дотримані показників мікроклімату у шкільній будівлі на належному рівні. Важливо, аби всі учні і вчителі були залучені до процесу заощадження та ефективного використання енергії.

### 6.7.2. Навіщо здійснювати аналіз використання енергії?

Оцінка споживання енергії в школі дасть можливість:

- контролювати споживання енергії за певний період і оцінювати вплив різних змін або енергозберігаючих заходів;
- порівнювати споживання зі стандартами та даними інших шкіл для оцінки потенціалу енергозбереження вашої школи.

### Чи знаєте ви, що...

1. На втрати тепла через стіни припадає від 10 до 30% усіх втрат тепла в квартирі і 30-50% усіх втрат у будинку. Отже, теплоізоляція стін і покрівлі зменшить втрати тепла, а витрати на це компенсиуються заощадженням енергії.
2. Теплоізоляція вікон зменшує втрати тепла на 30-60%. Скло з теплозахисним покриттям або друга рама з одношаровим склом зменшує втрати тепла на 20-30%; подвійно засклене - на 40%; вікно з подвійним склом і з теплозахисним покриттям - на 40-50%; вікно з потрійним склом і з теплозахисним покриттям - на 65%.
3. Фарбування радіаторів олійними фарбами знижує тепловіддачу на 8-13%, а фарбування цинковими білизнами підвищує її на 2,5 %.

### 6.7.3. Збір інформації та аналіз

Аналіз енергоспоживання в школі може складатися як із звичайних графіків показань лічильників, так і з більш глибокого дослідження з урахуванням погодних умов. Це постійне джерело інформації повинно доповнюватись даними про основні проблеми в школі, що надходять зі звітів про енергогляди та зі звітів школярів (мал. 52).

Використання питомих показників (наприклад, енергія на опалення, віднесена до одного квадратного метра загальної площини) – джерело цінної інформації щодо споживання енергії. Воно дає змогу порівнювати одну школу з іншою та оцінити успіхи в енергоефективності. Ці дані допоможуть визначити план енергозбереження, тобто прийнятний відсоток заощаджень у вашій школі. Ваш план може застосовуватись:

- щодо місячних даних з енергозбереження з урахуванням погодних умов;
- при аналізі річної роботи за допомогою довільно обраного методу.

Плани допоможуть керівництву школи налагодити зворотній зв’язок з колективом, що може створити мотивацію подальшої роботи з енергозбереження.

### 6.7.4. Обстеження шкільних будівель

Звичайний огляд приміщень школи допоможе вам визначити ті проблеми, що стоять перед школою, а також покаже, що школа вже зробила. Результати обстеження висвітлють можливості з енергозбереження в школі.

Під час огляду важливо визначити: де розташовані теплопункт та лічильники? Чи добре заізольовані труби системи теплопостачання в будівлі та ті, що пролягають під землею від котельні до будинку школи (це добре видно взимку, коли над неізольованими трубами тане сніг)?

Як працює система опалення та як подається тепла вода? Чи не занадто вона гаряча? Чи є ділянки, де марно витрачається теплота? Чи потрібно додатково ущільнювати вікна для збереження тепла взимку? Чи ущільнені двері? В якому стані дах та стіни будинку (вологість, грибок, тріщини)? Який тип освітлення використовується та як часто миються (очищаються) світильники? Відмітьте де світильники працюють без потреби. світильники. Як використовується енергія в ідаліннях? Чи є там лічильники енергії? Чи можна зменшити енергоспоживання на деякі проміжки часу, наприклад, на час шкільних канікул?



Мал. 52. Учні старших класів приймають участь у програмі шкільного енергоменеджменту.

### 6.7.5. Сплата за енергію

З'ясуйте, як школа здійснює сплату за енергію? Чи є у школи можливість накопичувати заощаджені на енергозбереженні кошти з року в рік, чи це здійснюється відділом освіти місцевої держадміністрації?

### 6.7.6. Використання шкільного приміщення

Скільки годин на добу працює школа? Збільшення часу роботи школи навіть на одну годину за добу може збільшити платню за енергію до 10%. Якщо система опалення дозволяє, опалення незайнятих шкільних приміщень повинно обмежуватись, це ж стосується і опалення під час канікул. Прибирання повинно здійснюватися безпосередньо перед або одразу після занять, щоби використати тепло, яке іде на попереднє нагрівання приміщень, або тепло, що залишається після закінчення занять.

## 6.8. Можливості підвищення енергоефективності Раціональна експлуатація

У більшості шкіл можна заощадити певні кошти, якщо ефективніше використовувати наявні приміщення та обладнання. При цьому не потрібне додаткове фінансування, навпаки, завдяки ревізії експлуатації будинку можна виявити, яке обладнання доцільно вимкнути або знизити рівень споживання енергії без погіршення комфортності праці.

Деякі заходи досить легко здійснити, скажімо, переставити датчики радіаторних терморегуляторів, або перенастроїти їх, чи обладнати систему опалення таймером. Інші, як от вимикання світла,

вимагають об'єднаних зусиль персоналу та учнів. Заохочення усього шкільного колективу дуже важливе, хоча на це необхідно багато часу.

Деякі заходи з раціональної експлуатації:

- *вимикання світла, коли в кімнатах ніхто не працює;*
- *уцільнення вікон;*
- *зачинення дверей;*
- *правильне розташування радіаторних терморегуляторів із температурних датчиків системи опалення для досягнення відповідної температури в приміщенні;*
- *вимикання електрообладнання, якщо воно не працює;*
- *облаштування покриття над басейнами (де необхідно);*
- *регулювання потужності котлів у вихідні дні та під час канікул;*
- *зменшення використання опалення та споживання гарячої води під час прибирання та після заняття.*

Крім згаданих вище, існує низка інших заходів, які слід включити до загальношкільної Програми догляду (моніторингу).

Постійний догляд є основним важелем у зменшенні витрат енергії, а також у збереженні на вколишнього середовища. У Програмі догляду повинно бути відображенено:

- *перевірка, чи не тече вода з кранів, та ремонт за потреби;*
- *миття вікон для поліпшення денного освітлення;*
- *заміна в процесі відпрацювання старих ламп освітлення на сучасні, більш економні;*
- *регулярне чищення ламп та світильників і заміна їх через рекомендовані виробником періоди;*
- *перевірка та регулярне чищення фільтрів у всіх вентиляційних установках;*
- *змащування дверних замків та петель;*
- *перевірка якості уцільнень та ізоляції труб.*

Заходи з підвищення енергоефективності:

- *встановлення за батареями екранів з фольги;*
- *використання енергозберігаючих насадок та кранів в рукоюйниках, душових кімнатах;*
- *обладнання вхідних дверей пристроями для самозачинення;*
- *встановлення обладнання для економії води в туалетах;*
- *уцільнення вхідних дверей та вікон;*
- *додбудова тамбуру на дверях головного входу для запобігання протягам;*
- *встановлення датчиків руху для контролю освітлення;*
- *встановлення подвійного скла на шибках;*
- *закривати вікна ізольованими панелями.*

#### **6.8.1. Розповсюдження інформації**

Публічне обговорення є важливим елементом загальношкільної політики, яка тільки тоді набуває ваги, коли про неї знають, розуміють, що вона означає, та коли люди беруть участь у її втіленні.

Публічне обговорення має супроводжуватися кампанією з підвищення обізнаності цільових груп з означених питань. Зокрема, може відбуватись у вигляді демонстрації плакатів, листівок, інформаційних стендів, графіків енергоспоживання, програм, шкільних зборів, інформації в шкільних новинах та журналах. Однак треба враховувати, що плакати та листівки швидко набридають та втрачають свій вплив. Значну кількість завдань щодо розповсюдження інформації та її обговорення можуть виконати самі учні.

Нових співробітників або учнів слід обов'язково знайомити з правилами, пов'язаними з енергоменеджментом у школі. Коли ця процедура стане елементом шкільного життя, можна буде зменшити обсяг виховної роботи, але для цього треба витратити чимало часу.



Мал. 53. Лічильник електроенергії

Про кожну інвестицію в енергоефективність треба повідомляти шкільний колектив, пояснюючи переваги від цього та необхідність відповідних заходів. До речі, треба пояснити необхідність користуватися новими термостатами в системах опалення для контролю за температурою замість того, щоб відчиняти вікна.

Про всі досягнення в школі слід повідомляти, щоб колектив знову знає про результати своїх зусиль. Так, профілі температур у школах можуть допомогти оцінити рівень використання енергії. Визначення гарячих та холодних зон у школі повинно сконцентрувати зусилля для розробки рекомендацій щодо поліпшення умов.

Інформація про розташування у школі електроприладів, наприклад, сама по собі не має суттєвого значення, якщо не фіксувати, скільки енергії вони споживають. Тому аналіз показань лічильників буде корисною роботою для підвищення свідомості школярів (мал. 54).

## ЗВИЧАЙНІ ЗАХОДИ:

- Утеплити віконні рами для усунення протягів.
  - Усути холодні протяги з дверей, щілин чи інших місць, для чого доцільно скористатися сіліконовим ущільнювачем.
  - Засклити 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 розташуйте 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 до школи.
  - 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 кімнати.
  - Якщо ви відчуваєте, що вода в душі або крані занадто холодна, ви можете зменшити подачу холодної води.
  - Ви можете економити гарячу воду, зменшуючи струмінь води або її температуру.

## **6.8.2. Де і в якій формі використовується енергія у приміщенні школи?**

У будівлі школи найчастіше нас цікавлять теплота та електроенергія. Тепло використовують для опалення школи (тепло у приміщеннях) та для забезпечення гарячою водою (для душу, для миття рук, а також для прибирання, у спеціалізованих навчальних кабінетах, майстернях, лабораторіях та на кухні). Електричний струм використовують здебільшого для освітлення у всіх приміщеннях, ще для електричних пристрій на кухні, для вентиляційного обладнання (якщо таке є), та, врешті, для численних електричних пристрій (комп'ютерів або інших офісних пристрій будь-

якого виду, для проекторів, електричних бойлерів для гарячої води, для кавоварок, теплових насосів, для вимірювальних, регулювальних, контрольних приладів). У результаті свого використання електрична енергія завжди перетворюється у тепло (дивись вище: прилади нагріваються). Таким чином, використання електричного струму постійно призводить до виділення тепла, яке нагріває споруду, в тому числі влітку, коли це небажано. У деяких випадках електрична енергія використовується для опалювання (електричні радіатори чи тепловентилятори) або для підігрівання води (у електробойлерах). У більшості випадків ми маємо змогу ефективно використати як електроенергію, так і тепло, що виділяється..

### 6.8.3. Скільки електроенергії і скільки тепової енергії використовується в нашій школі?

У кожній школі це по-різному. Доцільно визначити ці дані на початку проекту, вивчивши наявні рахунки на сплату послуг від постачальника енергії. Як правило, витрати тепової енергії набагато вищі від витрат електроенергії (приблизно у 5 чи 6 разів).

У залежності від розвитку цін на теплову та електричну енергію співвідношення між витратами може змінюватись. Крім того, через те, що шкідливі викиди CO<sub>2</sub> (карбону (IV) оксид), які пов'язані з використанням електроенергії, приблизно вдвічі вищі від викидів CO<sub>2</sub>, пов'язаних з однаковим рівнем використання тепової енергії, то співвідношення між викидами, порівняно з обсягами витрат цих двох форм енергії, буде теж відповідно змінюватися.

Оцінити повністю рівень споживання енергії можна лише тоді, коли слідкувати за процесом протягом певного часу або отримати необхідні показники з наявних дінних (мал. 53). У випадку вивчення процесу протягом певного часу нас цікавить, з одного боку, стан, наприклад, щомісячного використання енергії протягом минулых трьох років. З іншого боку, цікавим може бути також вивчення короткосрочного розвитку споживання (особливо у випадку використання електроенергії) за так званим добовим графіком навантаження. Для зображення цього використовують діаграми, тому що вони є більш показовими у порівнянні з таблицями із значною кількістю цифр. Діаграми показують, КОЛИ (але, на жаль, не ДЕ і не ДЛЯ ЧОГО!) частіше споживалася енергія (наприклад, коли на літніх канікулах минулого року помилково не вимкнули світло у коридорах) і які тенденції розвитку споживання електроенергії. Перед тим,



Мал. 54. Група енергоменеджменту знімає показники з лічильників тепла

як зображувати це графічно, слід ставити собі запитання, які дані та у якій формі, а також відповідно до якого періоду та у якому часовому розподілі мають бути представлені або обчислені.

Для того, щоб вивести показники споживання, співвідносять актуальне споживання електроенергії та/або тепової енергії із площею (а саме з загальною площею школи, яка складається з суми всіх загальних площ всіх поверхів вашої школи). На основі показників споживання можна побачити, скільки енергії - тепової та електричної – на квадратний метр шкільної будівлі споживається за рік. Ці показники корисні тим, що абсолютний розмір споруди та рівень використання енергії не грають для них ролі; показники дають можливість проводити порівняльний аналіз. Наприклад, можна розрахувати показники річного споживання електроенергії для двох різних шкіл та порівняти, в якій школі споживається більше електроенергії на квадратний метр. Але увага: навіть низький (добрий) показник не означає, що більше ні на чому не можна заощадити! Порівняння слід постійно розглядати як перший поштовх до майбутніх поглиблених досліджень. Показники, визначені таким чином, також можна, звичайно, відображати у динаміці протягом певного часу.

### Чи знаєте ви, що...

- 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.

### 6.8.4. Як опалюють будівлю школи?

Раніше у кожній класній кімнаті стояла піч, а учні мусили взимку самостійно приносити дрова та вугілля. В наш час більшість шкіл забезпечуються теплом за допомогою звичайного центрального опалення, що працює на видобутих у вигляді корисних копалин енергоносіїв (наприклад, природний газ). При цьому у котлі паливо згорає разом із повітрям у пальнику (тобто хімічна енергія, що міститься у паливі, через окислення здатних до горіння елементів (С та Н) за допомогою кисню ( $O_2$ ), що міститься у повітрі, перетворюються на тепло). Гази, що утворюються, поступово охолоджуються, тому що вони проходять крізь теплообмінник і віддають більшу частину свого тепла у холодну воду (теплоносій), що рухається з іншої сторони цього теплообмінника. Ці охолоджені та насычені карбону (IV) оксидом ( $CO_2$ ) та іншими шкідливими речовинами гази виводяться через димарі у навколошнє середовище, тобто в атмосферу. Карбону (IV) оксид, як ми знаємо, є основним парниковим газом.

Нагріта (гаряча) вода іде далі через великих насосні установки теплоінтеграції від теплоцентралі до окремих будівель, а потім до теплообмінника або безпосередньо різними трубопроводами (їх ще називають опалювальною мережею) до радіаторів (батарей), що встановлені у приміщеннях. Під час протікання через всю цю систему опалення вода віддає своє тепло в повітря. Це відбувається через теплове випромінювання (від гарячих або теплих радіаторів до інших, холодніших за них площ у приміщенні), а також через контакт холодного повітря у кімнатах з радіаторами опалення під час його руху повз них. Повітря нагрівається та піднімається вгору (це явище називають конвекцією). Якщо опалення приміщення здійснюється за допомогою вентиляційного обладнання, повітря, яке постачають вентилятори у приміщення через систему повітряних каналів, підігрівається гарячою водою (теж через теплообмінник).

Після того як вода, що використовується для опалення, віддала своє тепло (у радіаторах опалення або у вентиляційній системі) у повітря

приміщені та, таким чином, охолодилася, вона повертається трубами (через так званий зворотній трубопровід) назад до з'єднання шкільної будівлі з мережею централізованого тепlopостачання, а потім до котла, де вона знову нагрівається. Таким чином, вода знаходиться у циклічному русі, який переносить утворене в опалювальному котлі тепло до окремих приміщень.

### 6.8.5. Як економно поводитися з опалювальною енергією?

На першому місці знаходиться питання, як уникнути потреби в опаленні приміщення або, хоча б, зменшити цю потребу. Для цього будівля, по перше, має бути забезпечені гарною теплоізоляцією. Будівля, в якій підтримується комфортна для життя температура, хочемо ми цього чи ні, під час опалювального періоду постійно віддає своє тепло у навколошнє (холодніше за неї) середовище. Цей процес, звичайно, неможливо повністю зупинити, але швидкість, з якою він відбувається, залежить від товщини та від якості теплоізоляційного шару (властивостей утеплювального матеріалу, його стану). Для того, щоб обйтися малою кількістю енергії, споруда має бути утепленою якомога краще (враховуючи розумний баланс між потребою і ціною такого утеплення). Це стосується всіх поверхонь, які є зовнішньою границею приміщення, що опалюється (даху або перекриття верхнього поверху, зовнішніх стін, вікон та перекриття підвального поверху). Між іншим, теплоізоляція починається вже у вигляді нашого власного одягу: вовняний пулlover взимку є саме тим, що потрібно, і допомагає заощаджувати теплову енергію.

З іншого боку, температура всередині приміщень повинна зберігатися настільки низькою, наскільки це є допустимим. Тепло тим скоріше і легше «тікає» назовні (подібно до води, що протікає крізь друшляк), чим вищою є температура всередині споруди (подібно до рівня води, яку ми раптово заливаємо у друшляк). Різниця між внутрішньою температурою (наприклад, 20°C) та зовнішньою температурою (взимку, наприклад, - 5°C) діє, як

## Завдання

- Переконайтесь, що різні матеріали мають різну теплопровідність. Візьміть чашку гарячого чаю. Опустіть металеву ложку в чашку, і вона нагріється. Повторіть цей дослід з дерев'яною ложкою, і ви побачите, що вона проводить тепло дуже слабко.
- Поясніть, чому повітря може використовуватися як ізолятор між склом або в стінах? Чому у лазні чи сауні ви можете знаходитися при температурі повітря 90 °C, але вода з такою ж температурою ошпарить вас?
- Поясніть, чому теплий одяг має сидіти на вас вільно, щоб сприяти збереженню тепла?

поштовх до втрати тепла. Якщо продовжити порівняння із друшляком, то, якщо температура відповідає рівню води, то якість теплоізоляції відповідає кількості та розмірові дірок у друшляку, крізь які витікає вода.

Завдяки зниженню температури всередині приміщення на 1 градус (наприклад, з 21 °C до 20 °C) можна скоротити обсяг витрат теплої енергії на 6 або 7 відсотків. Це стосується всіх будівель, тому що витрати теплої енергії співвідносяться з різницею в температурах лінійно. Зниження температури з 20 °C до 19 °C дає нам, таким чином, величину витрат теплої енергії, яку можна вирахувати за такою формулою:  $(19 °C - 5 °C) / (20 °C - 5 °C) = 93,3\%$  від початкової величини.

У сучасних радіаторах бажана температура у приміщенні дуже зручно виставляється за допомогою радіаторних терморегуляторів. Позиція 3 відповідає температурі 20°C. Радіаторні терморегулятори (терmostатні вентилі) контролюють, щоб виставлена температура залишалася постійною. Якщо терmostатний вентиль зафіксував, що приміщення починає нагріватися (наприклад, через те, що в ньому багато людей, або через те, що в кімнату світить сонце), то вентиль закривається або прикривається частково, і крізь радіатор опалення не проходить гаряча вода (або проходить її менша кількість). І навпаки: терmostатний вентиль відкривається, коли у приміщенні надто холодно. До речі, нагрівання холодного приміщення не відбувається скоріше, якщо поставити терmostat у позицію 5. Замість цього приміщення даремно перегрівається, якщо вентиль вчасно не встановити на попередню позицію.

Для підтримання комфортної температури слід (розсудливо) використовувати терmostатні вентилі. У випадку наявності не терmostатних, а простих вентилів потрібно їх прикручувати, а не відчиняти вікна. Якщо маєте старі радіатори взагалі без вентилів, поцікавтеся у вчителя чи завгоспа, чи можна прилаштувати вентилі на радіатори або встановити у підвальні, де система центрального опалення забезпечує школу теплом, нову техніку для регулювання температури у всій школі. Доступним і зручним способом контролю температури у приміщенні є маленький термометр, який має бути встановлений у кожній класній кімнаті.

Ці обидва шляхи заощадження теплої енергії (якомога краща теплоізоляція та якомога нижча комфортна температура у приміщенні) впливають на рівень втрат трансмісійного тепла (transmіssіon = проводити або виводити крізь щось) будівлі. Поряд з цим обов'язково виникають

так звані втрати тепла через провітрювання або вентиляцію. Вони виникають, тому що різні приміщення залежно від їх призначення та оснащення мусять бути достатньо вентильованими. (Якщо у приміщенні присутньо багато осіб як, наприклад, у класі, то повітря за певний час погіршується або навіть стає «важким». Це відбувається через наповнення кімнати повітрям, яке вже використане, яке видихають люди, через те, що людські тіла виділяють вологу, а також від різних випарів, таких, як, наприклад, від ковроліну, від приладів із корпусами, виготовленими із штучних матеріалів, що легко можна відчути у приміщеннях, в які довго не заходили). Під час провітрювання холодне (свіже) повітря потрапляє у будівлю, яка опалюється, а в цей час підігріте нагрівальними приладами або радіаторами повітря залишає будівлю.

Втрати тепла, спричинені провітрюванням, мають бути якомога нижчими, що досягається за допомогою якомога ефективнішого (але і достатнього за обсягом!) провітрювання. «Чарівним» словом тут є «шокове провітрювання». Воно відбувається послідовно такими кроками:

1. Всі терmostатні вентилі виставити на нуль.
2. Всі вікна (або якомога більшу кількість вікон), фрамуги і двері широко відкрити (двері в коридор теж).
3. Дочекатися, щоб обмін повітря відбувся у достатній, відчутній кількості (залежно від вітру і температури на вулиці, напр., взимку - то це тоді, коли стає холодно і дуже свіжо).
4. Всі вікна і двері знову закрити.
5. Терmostатні вентилі знову виставити у бажану позицію (позиція 3 або та, яка була до провітрювання).

В будь-якому випадку слід уникати провітрювання через відкриті чи привідкриті вікна, тому що у цьому випадку тепле повітря (а з ним тепло, а отже і кошти) неконтрольовано та триває вивітрюватиметься у вікно! Якщо терmostатні вентилі не виставляються вручну, то їх можна під час «шокового провітрювання» захистити від холодного зовнішнього повітря, закривши хусткою,

### Чи знаєте ви, що...

- за рік з одного крана втрачається 2000 літрів води, якщо з нього витікає лише 10 крапель за хвилину?
- їжі можна приготувати незалежно від того, кипіть вона на великому вогні чи на маленькому, оскільки температура кипіння не перевищує 100 °C.

ганчіркою, чимось із одягу, пластиковим пакетом або невеликою картонною коробочкою (як своє-рідний маленький трюк!), щоб вони під час провітрювання не відреагували на холод і не «відкрилися».

Заощаджувати можна також і в процесі за-безпечення опалювальною енергією. Для цього вам треба разом з вчителем чи завгоспом оглянути у підвалі місце де теплотраса входить у будівлю та переходить у тепломережу школи. Там ви побачите багато труб та приладів й зможете попросити пояснити вам все це пояснити, щоби крок за кроком зрозуміти всю систему. Можливості для енергозбереження завжди існують, навіть, якщо ваш завгосп та адміністрація школи говорить інше. Повне розуміння цих питань, звичайно, не виникне протягом одної малої чи великої перерви; замість цього Вам треба буде виділяти час не один раз і планувати знову і знову такі огляди. Найважливішим при цьому є таке: не бійтесь задавати безглазді, на перший погляд, питання. Безглаздих питань немає.

### 6.8.6. Де в школі споживається електрична енергія, та заходи з її заощадження?

У цьому питання слід розрізняти номінальну потужність електричного приладу, яка вказується у ватах (Вт) або у кіловатах (кВт) і, як правило зазначена на приладі. Наприклад у лампах номінальна потужність вказана на самій лампі. На певних побутових приладах (холодильники і т.д.) додатково вказується річне споживання електроенергії таким приладом. У зв'язку з тим, що показник споживання енергії на рік залежить від часу, протягом якого апарат експлуатується, малі прилади, що постійно увімкненні або часто вмикаються (як, наприклад, невеликий електробойлер) можуть показувати більше споживання електроенергії, ніж потужніші апарати, що рідше працюють (як, наприклад, духовка, яку вмикають не кожного дня).

На першому місці - освітлення. Освітлення складається з багатьох окремих ламп («лампа» - термін, що позначає те, що світить, тобто джерело світла). Наприклад, ламп розжарювання або це може бути люмінесцентна лампа. Словом «освітлювальний прилад» позначають все інше навколо лампи. Можливостей заощадження є багато. Можна почати з нанесення написів на вимикачах, поміняти звичайні лампи розжарювання на енергозберігаючі лампи, можна дооснастити систему освітлення рефлекторами та датчиками руху або сенсорами денного світла і завершити демонтажем непотрібних ламп (звичайно, тільки після замірювання сили освітлення та відповідності його необхідним нормативним показникам – для цього використовують люксметр, який вам треба мати у розпорядженні).

Ви постійно будете зустрічатися з питанням, чи слід вимикати лампи на перервах. Відповідь завжди буде такою: ТАК. Це стосується також і малої перерви.

Наступними гідними уваги споживачами електроенергії є облажнання харчоблоку, тому що воно часто має велику потужність, станки у майстернях, невимкнені електричні бойлери для гарячої води (тому що вони цілий рік підігрівають накопичену у них воду, навіть тоді, коли вона не використовується і це непотрібно), а також насоси в системі опалення. Вони хоч і малі, але часто працюють, тому тут треба застосовувати сучасні насоси з регульованою частотою обертання.

Крім того, навіть тоді, коли не можна вже знайти великих потужностей або тривалих періодів експлуатації, може бути таке, що занадто багато пристройів (комп'ютерів, аудіо та відеоапаратів та іншої офісної техніки) працює без потреби або є причиною непотрібних витрат енергії на режим очікування (режим “Stand-By”). Успішно зарекомендував себе в першому випадку такий захід економії, як повне вимкнення пристройів (звичайно, спочатку робиться вивчен-

### Чи знаєте ви, що...

- електричні прилади частіше перегоряють в момент 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 вимикання, 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 удені фіранки.

ня та оцінка споживання енергії пристроями; див. нижче) або (у другому випадку) вимікання вручну за допомогою колодки штекерного роз'єму.

Якщо у школі є вентиляційне обладнання, то вентилятори таких установок, із великою ймовірністю, є одними з найбільших споживачів електроенергії в школі. У випадку, коли є спортзал, кабінети хімії, майстерні, такі вентиляційні установки там встановлені, навіть, якщо ніхто не знає про їх існування чи точне місце розташування.

### 6.8.7. Як проводити вивчення споживання електроенергії?

Спочатку виготовляється бланк для запису даних, що вивчаються. Він складається з великої таблиці з численними незаповненими рядками для занесення майбутніх результатів обстеження шкільної будівлі. Колонки містять назви приміщень, назви (або скорочення назви) обладнання, знайдену вами зазначену на них встановлену потужність (у ватах або кіловатах) та прогнозовану приблизну тривалість експлуатації у годинах на рік. Добуток встановленої потужності на тривалість експлуатації на рік дає нам річне споживання електроенергії цим обладнанням. Визначення тривалості експлуатації обладнання обраховується за принципом: обладнання чи прилад приблизно працює “\_\_\_” годин на один день, що складає у середньому “\_\_\_” годин на один рік.

Далі йдемо школою, найкраще разом з завгоспом, і визначаємо у кожному приміщенні обладнання та його характеристики. Стосовно освітлення (яке знаходиться у всіх приміщеннях) слід було б обрати систематичний метод. Найчастіше, в приміщеннях школи, встановлені одинакові типи ламп, характеристики і показники яких можна отримати після вивчення однієї з ламп (або освітлювального приладу) в типовому кабінеті. Отримавши данні про кількість ламп (або освітлювальних приладів) у кожному приміщенні, виводиться сума всіх окремих показників для визначення річного споживання електроенергії. У результаті маємо отримати загальне річне споживання електроенергії школи, те, яке також відображене у рахунку за електроенергію. Якщо отримані дані і дані у рахунку за рік не збігаються навіть приблизно, то це означає, що є помилки у розрахунках або у припущеннях, які треба знайти. Ви могли не врахувати обладнан-

ня чи прилади, невірно визначити їх потужність або зробити помилкові припущення щодо тривалості їх експлуатації.

Якщо не виходить скоригувати помилку розрахунковими методами або тривалість експлуатації певного обладнання неможливо оцінити, то слід застосувати спеціальний портативний лічильник електроенергії, який слід розмістити між обстежуваним обладнанням та розеткою і за його допомогою зафіксувати споживання протягом певного періоду часу. Визначене за допомогою цих лічильників споживання енергії сумується і додається до загального результату розрахункової таблиці. Виходячи з цього аналізу можна сформулювати таке питання: “Яка в нашій школі встановлена потужність обладнання, що працює на електроенергії?” Використовуючи дані загального електроспоживання та встановленої потужності можна вивести середню тривалість експлуатації в робочому стані всіх електричних приладів. Цей показник (у годинах на рік) відображає як довго всі апарати мають працювати на повну потужність, щоб досягнути наявного загального споживання електроенергії школи.

### 6.8.8. Як обрахувати на основі даних про використання енергії викиди карбону (IV) оксиду ( $\text{CO}_2$ )?

Це звучить складно, але, взагалі це насправді досить легко. Для цього використовуються питомі коефіцієнти викидів, що визначаються фахівцями. Ці показники відображають інформацію про те, скільки парникових газів виділяється в атмосферу під час використання, наприклад, однієї кіловат-години електроенергії або  $1\text{m}^3$  газу чи 1 тонни мазуту. Для виконання розрахунків можете спиратися на наступні коефіцієнти.

**Природний газ** – 0,25 кг еквіваленту  $\text{CO}_2$  на кіловат-годину спожитого природного газу;  
**Мазут** – 0,33 кг еквіваленту  $\text{CO}_2$  на кіловат-годину спожитого мазуту;  
**Електроенергія** – 0,64 кг еквіваленту  $\text{CO}_2$  на кіловат-годину спожитої електроенергії в країнах Євросоюзу та 0,896 кг еквіваленту  $\text{CO}_2$  на кіловат-годину спожитої електроенергії в Україні.

Ці показники містять безпосередні викиди парникових газів і враховують не тільки  $\text{CO}_2$ , а ще й інші парникові гази (звідси і вираз «еквівалент  $\text{CO}_2$ »). В той же час вони не враховують викиди пов'язані з виготовленням обладнання, його

демонтажем, утилізацією, а також із видобуванням, переробкою та транспортуванням первинних енергоресурсів.

У випадку центрального опалення обрахунки є складнішими: тут постачальник центрального опалення має зазначити, скільки тонн парникових газів звільняються під час споживання однієї мегават-години тепла, яке він постачає.

Розрахунок-приклад: якщо споживання електроенергії вашої школи складає 250 мегават-годин (МВт·год) на рік (250000 кВт·год/рік), а споживання природного газу (тобто частка школи у ТЕЦ) складає 1500 МВт·год на рік (приблизно 150000 м<sup>3</sup>), то звідси отримуємо викиди парникових газів (серед них основна частка припадає на СО<sub>2</sub>, але там є й інші парникові гази) обсягом, що виводиться за допомогою таких розрахунків:

$$250 \text{ МВт}\cdot\text{год}/\text{рік} \text{ електроенергії} \times 0,64 \text{ т}/\text{МВт}\cdot\text{год} + 1500 \text{ МВт}\cdot\text{год}/\text{рік} \text{ природного газу} \times 0,25 \text{ т}/\text{МВт}\cdot\text{год} = 535 \text{ т CO}_2\text{-еквіваленту.}$$

Тепер зробіть такі самі обрахунки з коефіцієнтом викидів парникових газів, характерним для України. Порівняйте результати.

### 6.8.9. Як виконувати планування «Проекту заощадження»?

Для того, щоб бажання заощаджувати енергію перетворилося на проект, в якому беруть участь багато осіб, потрібно виконати попереднє обговорення та формулювання його концепції. Проект, як такий, має містити чітку й однозначно сформульовану ціль, що, у випадку потреби, може, в свою чергу, розподілятися на підцілі, він передбачає відповідальну особу/осіб, а також активну робочу групу та графік виконання, який вказує одночасно з конкретними датами виконання ще й відповідальних за певні завдання учасників. Можна на практиці проводити велику кількість заходів і акцій, але не слід починати з будь-чого і будь-де, а, замість цього, спочатку добре продумати можливий зміст та процес, та забезпечити собі, перш за все, широку і тривалу підтримку (серед школярів, вчителів і викладачів, з боку завгоспа, у багатьох випадках також з боку адміністративних одиниць, на балансі яких знаходиться школа).

В рамках проекту можна робити різницю між заходами (тривалі дії або дії з довготривалим ефектом, як, наприклад, призначення відповідальних за енергозаощадження у класах або такий захід, який є одноразовим, але має довготривалий

ефект – заміна чи вдосконалення системи управління опалювального котла чи встановлення теплопункту) та акції/кампанії (одноразові, коротко-тривалі акції, як, наприклад, конкурс ідей щодо створення логотипу ініціативної групи з енергозаощадження або організація та проведення «Дня заощадження енергії»).

Завжди вирішальним є рівень впливу, на який спрямована дія таких заходів чи акцій. Тут слід відрізняти прагматичні та систематичні заходи (прагматичний підхід – це тоді, наприклад, коли я повідомляю учням на словах, що вони тепер мають вимикати світло, тому що сонечно чи ясно надворі і природного світла досить. Систематичний підхід: у кожному класі призначаються відповідальні за заощадження енергії, які будуть за це відповідати у майбутньому).

Крім того, добре себе зарекомендував уявний поділ можливих заходів на будівельні заходи (наприклад, теплоізоляція), технічні заходи (наприклад, встановлення радіаторних терморегуляторів та пристройів контролю і регулювання опалення) заходи у сфері впливу на поведінку споживачів (наприклад, призначення відповідальних за економію енергії у класах).

Повне проведення можливих і задуманих у школі заходів вже саме по собі тому є важким, що захід або акція, які слід визначити, весь час залежать від вихідного стану (це можна ще назвати наявним рівнем). Так, наприклад, початківці у сфері захисту клімату можуть розмістити по всій школі наклейки із вказівками щодо правильного користування радіаторними терморегуляторами, тобто організувати це як конкурс, виготовити та широко проінформувати всіх школярів. У випадку досвідчених в плані економії користувачів мова вже може йти проте, щоб знаходити несправні радіаторні терморегулятори і слідкувати за їх заміною. У випадку ж професіоналів із захисту клімату на порядку денному може стояти розробка сенсора для визначення і відображення температури та якості повітря у приміщені спільно із зацікавленим вчителем фізики. Це означає, що для творчості не може бути меж. Доцільні будь-які заходи або акції, які «підходять» вашій школі і приведуть вас (та наше довкілля) ближче до цілі.

### Порада та допомога

Для одержання інформації про можливі заходи щодо енергозбереження звертайтесь до місцевої адміністрації та фахівців з енергозбереження.

# **ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФУНКЦІОНАВАННЯ ПАЛИВНО- ЕНЕРГЕТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ**



## РОЗДІЛ VII

### ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ

### ФУНКЦІОNUВАННЯ

### ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНОГО

### КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ

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



приємствах 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.

#### **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 залигає у Донецькому, Львівсько-Волинському та Придніпровському басейнах. Майже три четверті 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 невигідним, оскільки воно має досить низьку теплотоворону спроможність, високу вологість та характеризується значною крихкістю під час транспортування.

Нафтова промисловість України представлена підприємствами нафтovidобувної та нафтопереробної промисловості.

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

Нафтопереробна промисловість об'єднує підприємства, які із сирої 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 наftохімічною 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.

Нафрова 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, зberі-



гання, 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 наfto- 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 торфово-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 народного господарського 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 електрических станцій.

## ВАЖЛИВО

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

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 (детальніше див. Частину 3, п.3.3). 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. Гідролічні (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?

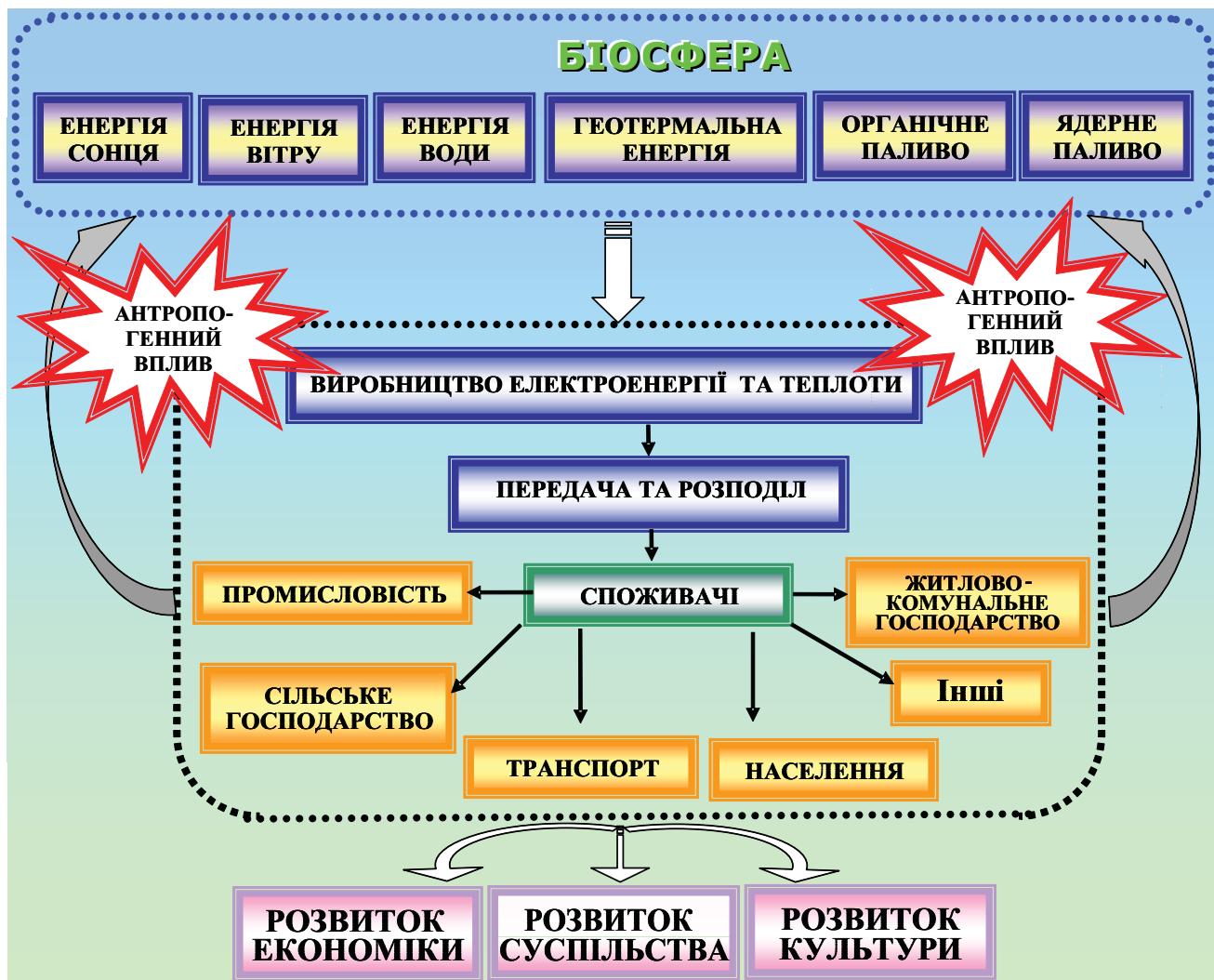
### 7.3. МІСЦЕ ПЕК В ЕКОНОМІЦІ КРАЇНИ ТА ЙОГО ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК З БІОСФЕРОЮ

ПЕК є невід'ємною частиною економічно-го 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 (на-приклад, Запоріжжя, Донецьк, Дніпропетровськ тощо). Сучасні населені пункти, навіть міста-мільйонери, формувалися в Україні там, де будувалися великі гіdraulічні, 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 життедіяльності суспільства та руйнівної дії на біосферу в цілому є аварія на Чорнобильській АЕС.

#### 7.4. ВПЛИВ ПЕК НА НАВКОЛИШНє СЕРЕДОВИЩЕ

...Антropогенне навантаження на біосферу зростає стрімко і, ймовірно, близьке до критичного. Людина підійшла до межі, яку не можна переступити ні за яких умов. Один необережний крок - і людство зірветься в прірву.

Моїсеєв М. М.  
(зі статті „Сохранить человечество на земле”)

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 спалюван-

ні 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, змінюю 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 руйнуванням 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 геологоутворючу 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 привели до значних змін геологічного середовища. Проявами впливу на геологічне середовище гірничих робіт, що пов'язані з видобутком вугілля, є збільшення кількості зсуvin, підтоплень, карсту, просідань тощо, повідомлення про які стають все частішими. В районах шахтного видобутку значні площи зайняті териконами. Терикони забруднюють землі, ґрунтові води, а при горінні забруднюють повітря. При видобуванні вугілля відкритим (кар'єрним) способом із сільського господарства вилучаються великі площи родючих земель.

У загальнюючи, можна зазначити наступні ознаки негативного впливу, що створюють галузі ПЕК на навколошнє 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);
- створення ландшафтів;
- руйнування екосистем та зменшення біологічного різноманіття.

У сукупності з іншими сферами діяльності людини цей вплив вже привів 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 навколошнього 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 низьку міжнародних зобов'язань України в сфері охорони навколошнього природного середовища, які зумовлюють орієнтування на пріоритети сталого розвитку та врахування екологічних наслідків під час прийняття економічних рішень.

Недосконалість системи управління в сфері охорони навколошнього 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 відновлювальних 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 напрямів екологізації ПЕК країни ключовими 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 спотворенню 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;

### **ЗАВДАННЯ**

1. Який вплив ПЕК здійснює на навколошнє середовище в Україні?
2. Який розподіл споживання електричної енергії в Україні за різними секторами народного господарства?
3. Які напрями екологізації ПЕК України?

- 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 безпечної зберігання та видалення небезпечних відходів, максимально можливої утилізації відходів за рахунок прямого повторного чи альтернативного використання їх ресурсно-цінної складової та безпечної 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 осiąгнути. 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 суперечкою між екологічними та економічними цілями. Необхідно якісно змінити ставлення до природи та 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.“*

(Моїсєєв М.М.,  
“Ще раз про проблеми коеволюції”//  
Екологія та життя, №2.-1998)

## 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-сирію 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 відновлюальної 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 вітродержуни** - 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 та економічної продуктивності орних земель, пасовищ або лісів.

**Декларація** (від лат. declara - оголошу, 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 енерговикористання (організації) і мінімальному негативному впливі на навколоишнє 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 невпорядкованості 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, призначенному для поводження з радіоактивними відходами без наміру їх використання.

**Зберігання радіоактивних відходів** - розміщення радіоактивних відходів в об'єкті, в якому забезпечується їх ізоляція від навколоишнього природ-

ного 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, передбачає 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. cancer - рак і грец. - genes - породжений) - хімічні сполуки, які впливають на організм і можуть викликати онкозахворювання (утворення злоякісної пухлини).

**Квота** (від лат. quot - скільки) - 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 перевірює скідний 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. migro - переселяюсь) - регулярне й напрямлене переміщення птахів з одного місця на інше, зумовлене зміною умов існування в місцях їх мешкання.

**Модернізація** (від франц. moderne - 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 навколошнього 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, від-

ходи, тверді горючі речовини, інші природні і штучні джерела та види енергетичної сировини, у тому числі нафтov, газові, газоконденсатні і нафтогазоконденсатні вичерпані, непромислового 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 (ОНН)** - 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 вуглексим 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. rug - 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 заняттям з експлуатацією), 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 радіацій-

ного впливу на людей та навколошне природне середовище, що перевищує допустимі межі, встановлені нормами, правилами і стандартами з безпеки.

**Радіоактивність** - властивість атомів деяких речовин, наслідок нестабільності іхніх 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.

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

**Речовина органічна** - поєдання 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 задоволяє 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 теплої 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, пар, 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 змішувані Т. (градирні, скрубери і т.д.).

**Тепlopередача** - теплообмін між двома теплоносіями 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 (теплоносіями) 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, пар) 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 променістиу 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., Больщаков Б.Е. Система природа-общество – устойчивое развитие. – Москва-Дубна: ГНЦ РФ ВНИИгеосистем; 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 навколошнього 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. агенство «Эхо-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. агенство «Эхо-Восток», 1995. – 60 с.
16. Будыко М.И. Глобальная экология. – М.: Мисль, 1997. – 327 с.
17. Мельникова О.В., Праховник А.В., Даг Арне Хойстад , Іншеков Є.М., Дешко В.І., Конеченко 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 // EC Energy Center in Kiev. – 128 р.
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 переворень. – 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 кэволюции // 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. – 40c.
27. Зміна клімату 2007: фізична наукова база. Стислий виклад для вищих управлінців. – IPCC, – 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. Енергетический менеджмент / Под редакцией Праховника А.В. / IEE 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. Енергозбереження. Посібник для загальноосвітньої школи, Львів: Праховник А.В., Мельникова О.В., Конеченко А.С., Іншеков Є.М. Дешко В.І. / Політра Друку, 2003, – 92 с.

Навчальний посібник розроблено у рамках міжнародного шкільного освітнього проекту з раціонального використання енергії та ресурсів **SPARE** (School Project for Application of Resources and Energy) за підтримки **Норвезької спілки охорони природи** (Norges Naturvernforbund)