



ECTS European Credit Transfer System

Safety of Life Activity

**Specialized
terminology training
course**



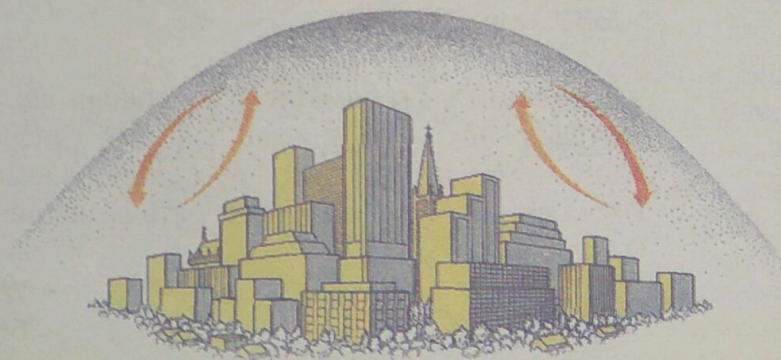
Honouring 75 years of NAU

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

В. Бабак, В. Гулевець, Ю. Зайцев

Безпека життєдіяльності

Курс
із фахової мовної
адаптації



Київ
Книжкове видавництво НАУ
2005

УДК 504.056 (075.8)
ББК Ж.н6я7
Б 12

Розповсюджувати та тиражувати
без офіційного дозволу НАУ забороняється

Рецензенти

А. С. Беліков, д-р техн. наук, проф.,
акад. Міжнародної академії наук екології і безпеки
життєдіяльності, акад. Міжнародної академії наук
нетрадиційних технологій (Придніпровська державна
академія будівництва і архітектури)

В. М. Удод, д-р біол. наук, проф.
(Київський національний університет будівництва
і архітектури)

*Рекомендовано до друку
на засіданні кафедри безпеки життєдіяльності
Протокол № 8 від 09.02.04*

Б 12 **Бабак В., Гулевець В., Зайцев Ю.**
Безпека життєдіяльності: Курс із фахової мовної адаптації:
Навч. посіб. — К.: Книжкове вид-во НАУ, 2005. — 93 с.
ISBN 966-598-212-5

Курс містить інформативні матеріали, що стосуються проблем
життєдіяльності людини, та систему графіки для візуального
відтворення і фіксації основних положень курсу.

Рекомендується для аудиторної та самостійної роботи.

УДК 504.056 (075.8)
ББК Ж.н6я7

ISBN 966-598-212-5

© В. Бабак, В. Гулевець,
Ю. Зайцев, 2005
© НАУ, 2005

ВСТУП



Цей курс складається з двох розділів. Перший містить опис динаміки розвитку такого феномену, як населення земної кулі, зростання чисельності котрого співвідноситься з наявністю та кількістю різноманітних природних ресурсів. Крім того, особливу увагу приділено висвітленню негативних наслідків життєдіяльності людського суспільства, найнебезпечніший з яких — забруднення навколишнього природного середовища.

З огляду на те, що саме розподіл енергії є основою існування людини, автори прагнули якнайглибше розкрити цю проблему у другому розділі. Зокрема, особливу увагу приділено формам і структурі матерії та фундаментальним законам, які керують енергією в усіх формах її вияву.

Курс містить інформативні матеріали, що стосуються проблем життєдіяльності людини, та систему графічних матеріалів для візуального відтворення і фіксації основних положень.

Рекомендується для аудиторної та самостійної роботи учнів аерокосмічних ліцеїв, слухачів профільних коледжів та студентів авіаційних ВНЗ.

ПЕРЕДМОВА

Шановні друзі!



Віталій Бабак —
ректор НАУ,
член-кореспондент
НАН України

Новий статус України — європейської держави з надзвичайно важливим геополітичним становищем — владно встановив нові пріоритети XXI століття, а саме пріоритети новітніх технологій сьогодення, які не тільки окреслюють непересічні контури життєдіяльності людини, а й проймаються важливістю значення людського чинника в процесі пізнання.

За часів СРСР наукова робота велась над масштабними, амбітними науковими проектами із суто техногенним спрямуванням. Лише незначна увага приділялась науковому пошуку у сфері проблем довкілля, які виникли в результаті наукового та технічного розширення сфери панування людини. Щодо самої людини, то практично жодне дослідження не вивчало проблеми людського чинника в новоствореному техногенному суспільстві; не з'ясовано також питання щодо реального місця людини в техногенному світі.

Світова статистика підтверджує, що значна кількість інцидентів у сучасному техногенному суспільстві відбувається як наслідок діяльності людини без урахування основних постулатів співіснування в соціумі.

Для вивчення та розв'язання проблем безпеки життєдіяльності людини вкрай потрібна досконала система контролю, основу якої становитимуть різноманітні системи діагностики матеріальних об'єктів, інтелектуальних систем та швидкоплинних процесів. Такі діагностичні комплекси дають підстави ефективно оцінювати та проводити дистанційне зондування під час діагностування матеріальних і нематеріальних об'єктів; їх можна використати в автоматизованих інтелектуальних системах, які стануть підґрунтям майбутніх систем безпечної життєдіяльності людини.

Ще однією ознакою глобальної хвилі гуманізації соціуму, усвідомлення людиною свого місця у світі стали зміни на освітянській ниві, які дістали загальну назву «Болонський процес». Заліково-модульна основа нової навчальної програми обумовила дещо незвичну структуру всього курсу з фахової мовної адаптації. Графічне підтвердження використовується не тільки для фіксації уваги студентів на найважливіших концептуальних питаннях, а й для перевірки здобутих знань, крім того, воно допомагає використати ці знання для самостійного тематичного моделювання.



Перший розділ курсу з фахової мовної адаптації на тему «Безпека життєдіяльності людини» містить опис динаміки розвитку такого феномену, як населення земної кулі. Зростання чисельності населення співвідноситься з наявністю та кількістю різноманітних природних ресурсів. Забруднення навколишнього природного середовища — один з найбільш негативних результатів діяльності людського суспільства, і саме тому автори приділили йому значну увагу.

Питання розподілу енергії є основою існування людини, що й спонукало авторів розкрити його в другому розділі. Зокрема, особливу увагу приділено формам і структурі матерії та фундаментальним законам, які керують енергією в усіх її формах вияву.

Інформація, яка міститься в цьому циклі лекцій, — універсальна: вона не тільки спрямована на використання у високотехнологічних проектах майбутнього, а й цілком адаптована до сьогодення. Це особливо актуально для України, де посилюється вплив чинника старіння техніки на безпеку життєдіяльності людини.

У процесі підготовки неангломовних студентів до роботи в міжнародному науковому просторі виникає проблема добору структури навчального лексичного матеріалу для максимально успішної мовної адаптації майбутніх фахівців. Саме цей факт обумовив тримовну структуру посібника.

Фаховий лексичний комплекс має високий рівень формалізації, що, своєю чергою, потребує досить високого рівня формалізації всього лексичного поля. Оскільки існування цих систем в інформаційному полі дидактичних знань людини пояснюється браком зовнішніх кордонів семантичного простору, то особливого значення набуває виявлення механізму сприйняття мовних категорій, які відображають нечіткі обриси семантичного поля свідомості людини, де домінують почуття, інтуїція, досвід за доволі низького ступеня формалізації.

Щоб безпомилково вживати іноземну фахову лексику, науковець повинен насамперед глибоко розуміти конкретну ситуацію. Ретельно підібране лексичне наповнення з урахуванням конкретного текстового поля виконує функцію семантичного зв'язку між конкретною формалізованою ситуацією, в основу якої покладено обмежену кількість варіантів і визначень, і незліченною кількістю всіх можливих ситуацій, що є відображенням семантичного простору.

Отже, можливість провести зіставлення з дальшим аналізом структури термінів та фахового сленгу в англійській, українській та російській мовах має вкрай важливе значення для майбутніх фахівців. Це допоможе створити мовний потік стійким до різного роду перешкод і непорозумінь, які можуть виникнути під час спілкування з іноземними фахівцями, а також у процесі наукового пошуку.



Вадим Гулевець —
декан факультету
управління територіями



Юрій Зайцев —
начальник відділу
науково-технічної
інформації

CTS credit

Part one

POPULATION, RESOURCES, ENVIRONMENTAL DEGRADATION AND POLLUTION

We travel together, passengers on a little spaceship, dependent on its vulnerable resources of air, water, and soil preserved from annihilation only by the care, the work, and the love we give our fragile craft.

Adlai E. Stevenson

We have spent billions to transport a handful of people to the moon, only to learn the importance of protecting the rich diversity of life on the beautiful blue planet that is our home. Technological optimists promise a life of abundance for everyone, but as more people use and abuse the earth's resources, prophets of doom warn that the earth's life-support systems are being destroyed — or at least severely degraded.

This chapter is devoted to an overview of the interrelated problems of population growth, resource use, pollution of the air and water, and environmental degradation of topsoil, forests, grasslands, and fisheries that support human life.

Мы потратили миллиарды, чтобы доставить горстку людей на Луну, только для того, чтобы изучить важность защиты огромного разнообразия форм жизни на прекрасной голубой планете, которая является нашим домом. Оптимисты от технологии обещают всем нам жизнь, полную изобилия, но, поскольку все большее количество людей злоупотребляют ресурсами земли, пророки гибели предупреждают, что системы жизнеобеспечения земли разрушаются или, по крайней мере, находятся в состоянии упадка.

Эта глава посвящена краткому обзору взаимосвязанных проблем прироста населения, использования ресурсов, загрязнения воздуха и воды, разрушения окружающей среды, верхнего слоя земного покрова, лесов, полей и рыбного промысла, необходимых для поддержания человеческой жизни.

Ми витратили мільярди, щоб доставити купку людей на Місяць, тільки для того, щоб вивчити важливість захисту величезного розмаїття форм життя на прекрасній блакитній планеті, яка є нашою домівкою. Оптимісти від технології обіцяють усім нам життя, повне достатку, але, оскільки все більша кількість людей зловживає ресурсами землі, пророки загибелі людства попереджають, що системи життєзабезпечення землі руйнуються чи, принаймні, перебувають у стані занепаду.

Цей розділ присвячений стислому огляду взаємопов'язаних проблем приросту населення, використанню ресурсів, забрудненню повітря й води, руйнуванню навколишнього середовища, верхнього шару земляного покриву, лісів, полів і рибного промислу, необхідних для підтримання людського життя.

1-1. HUMAN POPULATION GROWTH

The J-Shaped Curve of Human Population Growth

If we plot the estimated number of people on earth over time, the resulting curve roughly resembles the shape of the letter J (Figure 1-1). This increase in the size of the human population is an example of exponential growth, which occurs when some factor — such as population size — grows by a constant percentage of the whole during each unit of time. Although the percentage growth may vary from year to year, the world's population will grow exponentially as long as the number of births exceeds the number of deaths each year. This type of growth starts out slowly. But eventually the size of the population becomes so large that even a small annual percentage increase adds a large number of people.

During the first several million years of human history, when people lived in small groups and survived by hunting and gathering wild plants, the earth's population grew exponentially at an extremely slow average rate of about 0.002 % a year. This slow or lag phase of exponential growth is represented by the almost horizontal portion of Figure 1-1. Since then, the average growth rate has

1-1. РОСТ НАСЕЛЕНИЯ

Восходящая кривая роста населения

Если мы графически изобразим приблизительное количество людей на Земле на протяжении какого-то промежутка времени, то полученная кривая графика подобно букве «J» резко устремится вверх (рис. 1-1). Это увеличение — пример экспоненциального роста населения, которое происходит при наличии определенного фактора; например, рост количества населения происходит при постоянном процентном соотношении к целому в течение каждого промежутка времени. Хотя процент соотношения величины роста может изменяться из года в год, общее количество населения будет возрастать по экспоненте, поскольку ежегодно рождаемость превышает смертность. Такой тип роста начинается медленно. Но, в конечном счете, население увеличивается настолько, что даже незначительный ежегодный рост процентного соотношения составляет огромное количество людей.

В течение первых нескольких миллионов лет человеческой истории, когда люди жили небольшими группами и выживали, охотясь и собирая дикорастущие растения, общее количество населения возрастало по экспоненте, чрезвычайно медленно, в среднем приблизительно на 0,002 % в год. Этот замедленный, или индукционный, период экспоненциального роста изображен почти горизонтальным отрезком на рис. 1-1. С тех пор

1-1. ЗРОСТАННЯ НАСЕЛЕННЯ

Висхідна крива зростання населення

Якщо ми графічно зобразимо приблизну кількість людей на Землі протягом певного проміжку часу, то отримана крива графіка подібно до букви «J» різко прямуватиме вгору (рис. 1-1). Це збільшення — приклад експоненціального зростання населення, яке відбувається за наявності відповідного чинника; наприклад, зростання кількості населення відбувається при постійному процентному співвідношенні до цілого протягом кожного проміжку часу. Хоча процент співвідношення величини зростання може змінюватися щороку, загальна кількість населення зростатиме за експонентою, оскільки щорічно народжуваність перевищує смертність. Такий тип зростання починається повільно. Але, зрештою, населення настільки зростає, що навіть невеликий щорічний приріст процентного співвідношення становить величезну кількість людей.

Протягом перших кількох мільйонів років людської історії, коли люди жили невеликими групами і виживали за рахунок мисливства і збирання дикорослих рослин, загальна кількість населення зростала за експонентою, надзвичайно повільно, у середньому приблизно 0,002 % за рік. Цей уповільнений, чи індукційний, період експоненціального зростання зображено майже горизонтальним відрізком на рис. 1-1. Відтоді се-

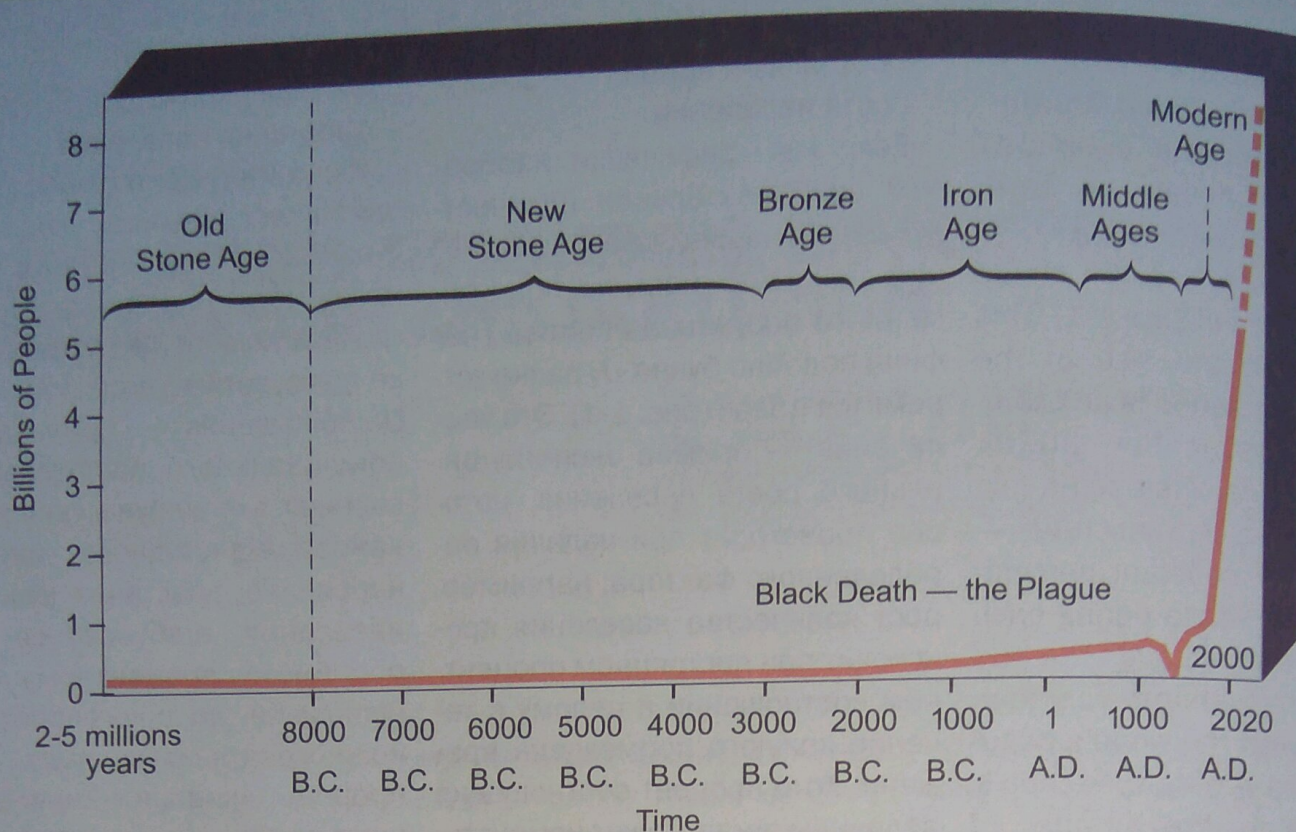


Figure 1-1

J-shaped curve of past exponential world population growth with projections to 2020 a.d. (Data from Worm Bank and United Nations)

Используя предложенную тематическую информацию, составьте свою модель роста населения

Застосовуючи пропоновану тематичну інформацію, складіть свою модель зростання населення

increased and has led to such a large increase in people that the curve of population growth has rounded the bend of the J and has been heading almost straight up from the horizontal axis. With such exponential growth it has taken an increasingly smaller number of years to add each additional billion people (Figure 1-2). During 1997, when a deceptively small annual growth rate of 1.7 % acted on a base population of 5 billion, about 86.7 million people were added to the earth's population. Slightly

средняя скорость прироста увеличилась и привела к значительному росту населения, кривая прироста которого изогнулась подобно букве «J» и устремилась вверх почти параллельно вертикальной оси. При таком экспоненциальном росте все меньше времени требуется для прироста очередного миллиарда населения (рис. 1-2). В течение 1997 г. при, казалось бы, незначительном ежегодном приросте населения (1,7 % при населении 5 млрд человек) оно увеличилось приблизительно на 86,7 млн. Чуть более одного года потребова-

редня швидкість приросту зроста і привела до значного зростання населення, крива приросту якого зігнулася подібно до букви «J» і піднеслася вгору майже параллельно вертикальній осі. При такому експоненціальному зростанні дедалі менше часу потрібно для приросту чергового мільярда населення (рис. 1-2). Протягом 1997 р., за, здавалось би, незначного щорічного приросту населення (1,7 % при населенні 5 млрд осіб), воно зросло приблизно на 86,7 млн. Трохи більше за рік потрібно було для того, щоб поповнити

Practice Test

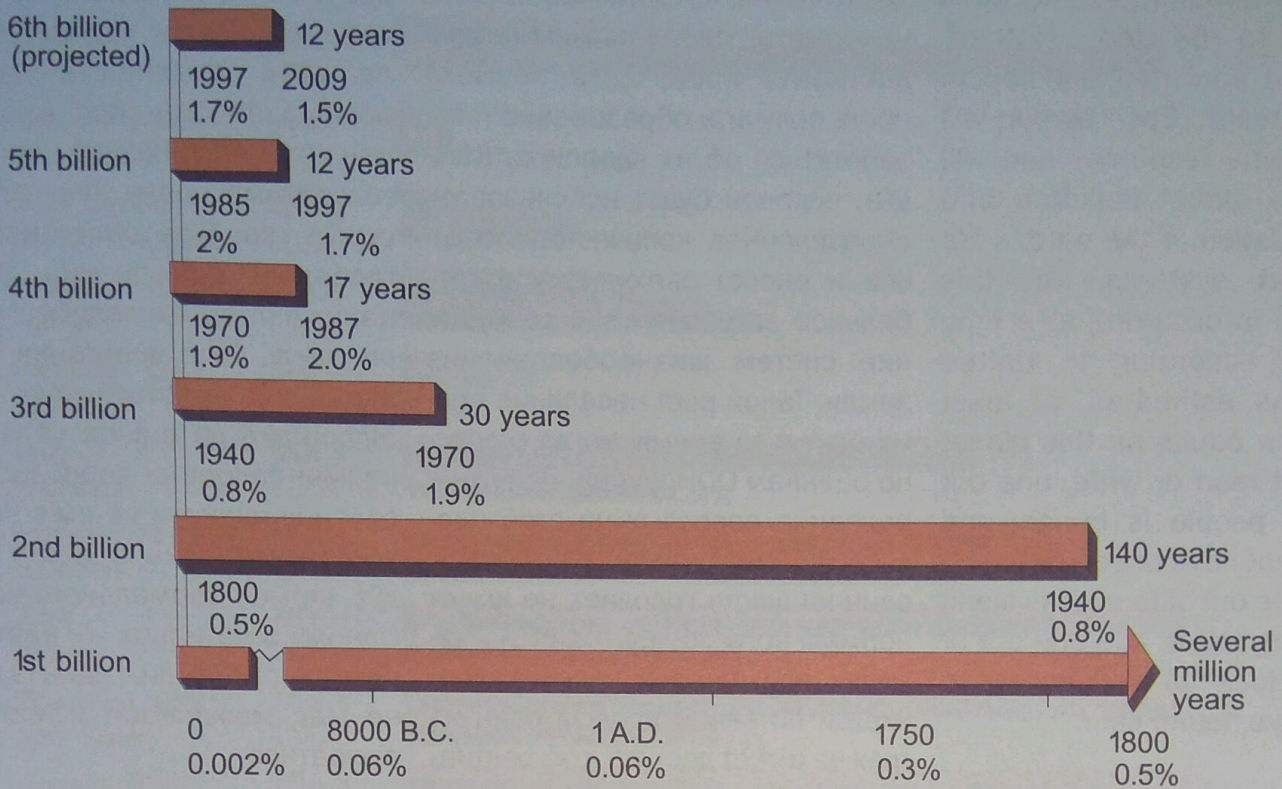


Figure 1-2

The number of years to add each successive billion people to the earth has decreased dramatically. Percentages indicate annual rates of exponential growth

Составьте свой графический алгоритм модели увеличения роста населения

Складіть свій графічний алгоритм моделі збільшення зростання населення

more than a year to replace the numerical equivalent of the more than 75 million people killed in the world's largest disaster (the bubonic plague epidemic of the fourteenth century). Only about two years to replace the numerical equivalent of the estimated 165 million soldiers who died in all wars fought on this planet during the past 200 years.

The 86.7 million new people added in 1997 — amounting to an average addition of 1.7 million a week, 238,000 a day, or 9,900 an hour — and the

лось для того, чтобы восполнить потери населения (более 75 млн человек), умершего во время наиболее масштабного бедствия (эпидемия бубонной чумы XIV ст.). Приблизительно два года ушло на восполнение потери 165 млн солдат, умерших во всех войнах, которые велись на планете в течение минувших 200 лет.

86,7 млн людей прибавилось в 1997 г. — в среднем 1,7 млн в неделю, 238 000 в день или 9900 в час. Еще большее количество людей добавится в течение каждого

втрата населення (понад 75 млн осіб), померлого під час наймасштабнішої трагедії (епідемія бубонної чуми XIV ст.). Приблизно два роки треба було, щоб поповнити втрату 165 млн солдатів, котрі загинули в усіх війнах, що велися на планеті протягом минулих 200 років.

86,7 млн людей — це приріст у 1997 р. — у середньому 1,7 млн за тиждень, 238 000 за день чи 9900 за годину. Ще більша кількість людей з'явиться протя-

even larger numbers to be added annually for decades need to be fed, clothed, housed, educated, and kept in good health. Each person will use some resources and will add to global pollution and degradation of the earth's life support systems. Yet this growth is occurring at a time when, according to United Nations estimates, at least half the adults on this planet cannot read or write, one out of six people is hungry and does not have adequate housing. One out of four lacks clean drinking water, and one out of three does not have access to effective health care.

By the year 2009, if the annual growth rate of population drops as projected to 1.5 %, there will be 6.76 billion people on earth. Because the population will still be growing exponentially and the population base will have increased by more than 1 billion people, 89 million people will be added in 2010 — 2 million more than the number added in 1997.

Viewed in this way the world is polarized into two major groups: rich and one poor; one occupying areas of the Northern Hemisphere with mostly favorable climates and fertile soil; the other in areas of the Southern Hemisphere, often with less favorable climates and less fertile soils; one literate, the other largely illiterate; one with many overfed and overweight people, the other

последующего года нынешнего десятилетия, которых необходимо накормить, одеть, каждому предоставить кров, дать возможность получить образование и позаботиться об их здоровье. Каждый человек будет использовать определенное количество ресурсов и внесет свою лепту в глобальное загрязнение и разрушение систем жизнеобеспечения земли. Такой рост населения происходит в то время, когда согласно оценкам ООН по крайней мере половина взрослых на этой планете не умеет читать или писать, один из шести голодает, не имеет нормального жилья. Один из четырех испытывает недостаток в чистой питьевой воде, и один из трех не имеет доступа к эффективному здравоохранению.

К 2009 г., если ежегодная скорость роста населения упадет до предполагаемых 1,5 %, на Земле будет проживать 6,76 млрд людей. Из-за того что численность населения будет и далее возрастать по экспоненте, оно увеличится более чем на 1 млрд, 89 млн людей прибавится в 2010 г., что на 2 млн больше, чем в 1997 г.

Рассмотренный под таким углом зрения мир оказался поляризованным на две основные группы — богатые и бедные страны: первые расположены в пределах Северного полушария, в основном в регионах с благоприятным климатом и плодородной почвой; вторые — в Южном полушарии, часто с менее благоприятным климатом и менее плодородными почвами; первые — это образованные нации, вторые —

гом кожного року нинішнього десятиліття, яких необхідно нагодувати, одягти, надати їм житло, дати можливість здобути освіту і подбати про їхнє здоров'я. Кожна людина використовуватиме певну кількість ресурсів, зробить свій внесок у глобальне забруднення і руйнування систем життєзабезпечення землі. Таке зростання населення відбувається тоді, коли відповідно до оцінок ООН принаймні половина дорослого населення планети не вміє читати або писати, один із шести голодує, не має нормального житла. Одному з чотирьох не вистачає чистої питної води, і один із трьох не має можливості ефективно лікуватися.

До 2009 р., якщо щорічний приріст населення зменшиться до передбачуваних 1,5 %, на Землі проживатиме 6,76 млрд людей. Через те що чисельність населення зростатиме й далі за експонентою, воно зросте більш ніж на 1 млрд. У 2010 р. приріст становитиме 89 млн, що на 2 млн більше, ніж у 1997 р.

Розглянутий під таким кутом зору світ виявився поляризованим на дві основні групи — багаті і бідні країни: перші розміщені в межах Північної півкулі, в основному в регіонах зі сприятливим кліматом і родючим ґрунтом; другі — в Південній півкулі, часто з менш сприятливим кліматом і менш родючими ґрунтами; перші — це освічені нації, другі — переважно з неписьменним населен-

Practice Test

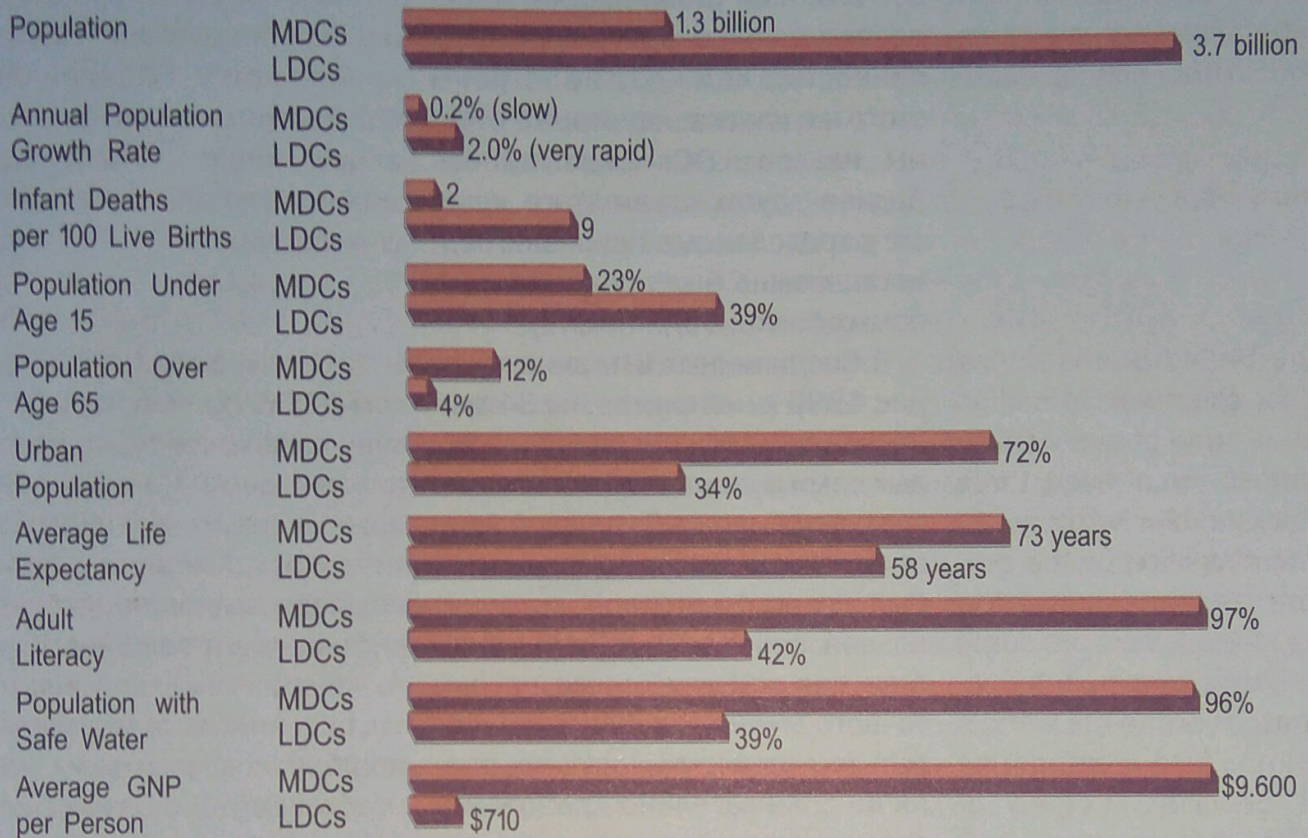


Figure 1-3

Some characteristics of more developed countries (MDCs) and less developed countries (LDCs) in 1996. (Data from United Nations)

Упорядочьте перечень показателей, необходимых для проведения анализа

Упорядкуйте перелік показників, необхідних для проведення аналізу

with many hungry people; one with a low rate of population growth, the other with a very rapid rate.

Although dividing the world into MDCs and LDCs is convenient for dramatizing major differences in average living conditions, it is an oversimplification. Some countries designated MDCs are richer and

преимущественно с безграмотным населением; первые — с избытком людей, страдающих от лишнего веса, вторые — с множеством голодных людей; первые — с низким темпом прироста населения, вторые — с очень высокой скоростью прироста населения.

При делении мира на страны класса MDCs и LDCs очень удобно инсценировать основные различия в среднем жизненном уровне, однако такое деление представляет собой упрощенный подход. Некоторые страны клас-

ням; у первых люди страдают от надлишка ваги, у других — безліч голодных людей; перші — з низьким темпом приросту населення, другі — з дуже високою швидкістю приросту населення.

При поділі світу на країни класу MDCs і LDCs дуже зручно інсценувати основні розбіжності середнього життєвого рівня, однак такий поділ є спрощеним підходом. Деякі країни класу MDCs демонстрували вищий

more industrialized than others; some LDCs are poorer than others; and some poverty is found in the richest countries.

In the United States during 1996, for example, 34 million people — one of every seven and almost one of every three Hispanic and black Americans — were classified by the government as living below the poverty level. To sort out some of these differences it is useful to further divide the world's countries into categories based on their degree of industrial development and their average GNP per person.

Life in the Poorest Countries

Life for the poor people who comprise at least half the population of the 79 LDCs with low and very low average GNP per person consists of a harsh daily struggle for survival. In typical rural villages or urban slums, groups of children sit around wood or dung fires eating breakfasts of bread and coffee. The air is filled with the stench of refuse and open sewers. Children and women carry heavy jars or cans of water, often for long distances, from a muddy, microbe-infested river, canal, or village water faucet. At night people sleep on the street the open, under

са MDCs демонстрували більш високий рівень забезпеченості і більш розвинуту промисловість, ніж інші країни цього ж класу; деякі країни класу LDCs виявилися біднішими, ніж інші країни цього класу; певні ознаки бідності можна було знайти в найбагатших країнах.

В Соединенных Штатах в течение 1996 г., например, из 34 млн населения один человек из каждых семи и почти один из каждых трех выходцев из Латинской Америки и чернокожих американцев был классифицирован с официальной точки зрения правительства как живущий ниже прожиточного минимума. Чтобы разобраться в некоторых из этих различий, желательно разделить страны мира на категории по степени их индустриального развития и среднего GNP на душу населения.

Жизнь в беднейших странах

Жизнь бедных людей, в число которых входит по крайней мере половина населения из 79 стран класса LDCs с низкой и очень низкой среднестатистической величиной GNP на душу населения, проходит в жесткой ежедневной борьбе за выживание. В типичных деревнях или городских трущобах группы детей сидят возле костров, завтракая хлебом и кофе. Воздух заполнен зловонием отходов из открытых коллекторов. Дети и женщины часто издалека носят тяжелые кувшины или канистры с водой из грязных, зараженных микробами реки, канала или сельского колодца. Ночуют люди на улице, под времен-

рівень забезпеченості і більш розвинуту промисловість, ніж інші країни цього ж класу; деякі країни класу LDCs виявилися біднішими, ніж інші країни цього класу; певні ознаки бідності можна було знайти в найбагатших країнах.

У Сполучених Штатах протягом 1996 р., наприклад, із 34 млн населення одна людина з кожних семи і майже одна з кожних трьох вихідців із Латинської Америки та чорношкірих американців була класифікована з офіційного погляду уряду як така, що живе нижче від прожиткового мінімуму. Щоб розібратись у деяких із цих розбіжностей, бажано поділити країни світу на категорії за ступенем їхнього індустріального розвитку та середнього GNP на душу населення.

Життя в найбідніших країнах

Життя бідних людей, до яких належить принаймні половина населення із 79 країн класу LDCs із низькою і дуже низькою середньостатистичною величиною GNP на душу населення, проходить у жорсткій щоденній боротьбі за виживання. У типових селах чи міських нетрях групи дітей сидять біля багаття, снідаючи хлібом і кавою. Повітря наповнене смородом відходів з відкритих колекторів. Діти і жінки часто здалеку тягнуть важкі жбани чи канистри з водою з брудних, заражених микробами річки, каналу чи сільської криниці. Ночують люди надворі, під тимчасовими

makeshift canopies, or on dirt floors in crowded single-room shacks, often made from straw, cardboard, rusting metal, or sections of drainage pipes. Families consisting of a father, mother, and from seven to nine children consider themselves fortunate to have an annual income of \$ 300 — an average of 82 cents a day. The parents, who themselves may die by age 45, know that three or four of their children will probably die from hunger or childhood diseases, such as diarrhea or measles, that rarely kill in affluent countries. When citizens of affluent countries see such conditions in person or on television, they often try to blot these grim pictures out of their minds. Some consider poor people ignorant for having so many children. To most poor parents, however, having a large number of children, especially boys, makes good sense. It gives them much needed help for work in the fields or begging in the streets and provides a form of social security to help them survive when they reach old age (typically in their forties).

Although the world is feeding more people than ever before, there are an estimated 750 million desperately poor people — one out of every six people on earth—living mostly in low- and very low income countries. These people do not have enough fertile land or money to grow their own food

ними навесами или на грязном полу в ветхих лачугах, часто сделанных из соломы, картона, ржавого металла или кусков дренажных труб. Семьи, состоящие из отца, матери, семи—девяти детей, считают, что им повезло, если они имеют ежегодный доход \$ 300 — в среднем 82 цента в день. Родители, которые сами могут умереть к 45 годам, знают, что трое или четверо из их детей, вероятно, умрут от голода или от детских болезней, таких как диарея или корь, которые в богатых странах редко приводят к летальному исходу. Когда граждане богатых стран видят такие условия жизни своими глазами или по телевидению, они часто пытаются вычеркнуть эти мрачные картины из своего сознания. Некоторые полагают, что такое большое количество детей является следствием невежества. Однако для наиболее бедных родителей наличие большого количества детей, особенно мальчиков, диктуется здравым смыслом. Благодаря этому они рассчитывают на необходимую помощь при проведении полевых работ или попрошайничая на улицах; также они предусматривают себе форму социального обеспечения, чтобы выжить, если достигнут возраста старше сорока лет.

Хотя сегодня мир кормит большее количество людей, чем когда-либо, еще существует 750 млн остро нуждающихся людей; один человек из каждых шести на Земле живет в странах с низким и очень низким уровнем дохода. Эти люди не имеют достаточно плодородной земли, чтобы вырастить себе пищу в сельских

навесами чи на брудній підлозі в халупах, часто зроблених із соломи, картону, іржавого металу чи шматків дренажних труб. Родини, які крім батька та матері ще мають від семи до дев'яти дітей, вважають, що їм поталанило, якщо вони мають щорічний прибуток \$ 300 — у середньому 82 центи на день. Батьки, які можуть самі померти до 45 років, знають, що трое чи четверо з їхніх дітей, імовірно, помруть від голоду чи від дитячих хвороб, таких як діарея чи кір, які в багатих країнах рідко призводять до смерті. Коли громадяни багатих країн бачать такі умови життя своїми очима або по телебаченню, вони часто намагаються викреслити ці похмурі картини зі своєї свідомості. Дехто вважає, що така велика кількість дітей є наслідком неуцтва. Однак для найбідніших батьків наявність великої кількості дітей, особливо хлопчиків, диктується здоровим глуздом. Завдяки цьому вони одержують необхідну допомогу під час польових робіт чи жебракування на вулицях; також вони передбачають собі форму соціального забезпечення, щоб вижити, якщо доживуть до віку старше за сорок років.

Хоча сьогодні світ годує більшу кількість людей, ніж будь-коли, ще існує 750 млн дуже нужденних людей; одна людина з кожних шести на Землі живе в країнах з низьким і дуже низьким рівнем доходу. Ці люди не мають достатньо родючої землі, щоб виростити собі врожай у сільських районах, чи достатньо

in rural areas or enough money to buy the food they need in cities. As a result, between 12 million and 20 million die prematurely each year from starvation, malnutrition (lack of sufficient protein and other nutrients needed for good health), or normally non-fatal diseases such as diarrhea brought on by contaminated drinking water, which, for people weakened by malnutrition, becomes deadly. This means that during your lunch hour 1,400 to 2,300 people died of such causes; by the time you eat lunch tomorrow 33,000 to 55,000 more will have died; and by this time next week, 231,000 to 385,000. Half are children under the age of 5. This starvation and malnutrition is not classified as famine by most officials because it is spread throughout much of the world (especially rural Africa and Asia) and not confined to one country.

When Might World Population Growth come to a Halt?

If the annual rate or population growth continues to decrease, we eventually will reach a state termed zero population growth (ZPG), in which the annual number of births equals the number of deaths. Some MDCs in Europe have reached or are approaching ZPG, and some, such as West Germany, Hungary, and Denmark, are even experiencing population declines. In most LDCs, however, population growth will continue for many

районах, или достаточно денег, чтобы купить продовольствие, в котором они нуждаются, в городах. В результате от 12 до 20 млн людей ежегодно преждевременно умирают от голода и недоедания (недостатка белка и других питательных веществ, необходимых для здоровья). Поэтому такая болезнь, как диарея, вызванная загрязненной питьевой водой, для людей, ослабленных недоеданием, становится смертельной. Это означает, что во время вашего завтрака именно по этой причине умирает от 1400 до 2300 человек, завтра во время вашего завтрака умрет от 33 000 до 55 000 человек, в это же время на следующей неделе скончается от 231 000 до 385 000 человек. Половина из них — дети младше 5 лет. Такой голод и недоедание не классифицируются большинством должностных лиц как стихийное бедствие, потому что они распространены повсеместно (особенно в сельских районах Африки и Азии) и не ограничены одной страной.

Когда всемирный прирост населения мог бы остановиться?

Если ежегодный прирост населения продолжит уменьшаться, мы в конечном счете достигнем нулевого прироста населения (ZPG), при котором ежегодное количество родившихся сравняется с количеством умерших за год. Некоторые европейские страны класса MDCs достигли или приближаются к ZPG, а в таких странах, как Германия, Венгрия и Дания, даже наблюдается уменьшение населения. Однако в большинстве стран класса LDCs прирост населения будет продолжаться

грошей, щоб купити продовольство, в якому вони мають потребу, у містах. У результаті від 12 до 20 млн людей щороку передчасно вмирають від голоду, недоїдання (нестача білка й інших поживних речовин, необхідних для здоров'я). Тому така хвороба, як діарея, спричинена забрудненою питною водою, для людей, ослаблених недоїданням, стає смертельною. Це означає, що під час вашого сніданку саме з цієї причини вмирає від 1400 до 2300 людей, завтра під час вашого сніданку помре від 33 000 до 55 000 людей, у цей час наступного тижня помре від 231 000 до 385 000 людей. Половина з них — діти до п'яти років. Голод і недоїдання не класифікуються більшістю посадових осіб як стихійне лихо, тому що вони поширені повсюдно (особливо в сільських районах Африки й Азії) і не обмежені однією країною.

Коли всесвітній приріст населення міг би зупинитися?

Якщо щорічний приріст населення зменшуватиметься, ми зрештою досягнемо нульового приросту населення (ZPG), за якого щорічна кількість народжених зрівняється з кількістю померлих за рік. Деякі європейські країни класу MDCs досягли чи наближаються до ZPG, а в таких країнах, як Німеччина, Угорщина й Данія, спостерігається навіть зменшення населення. Однак у більшості країн класу LDCs приріст населення триватиме протягом багатьох

Practice Test

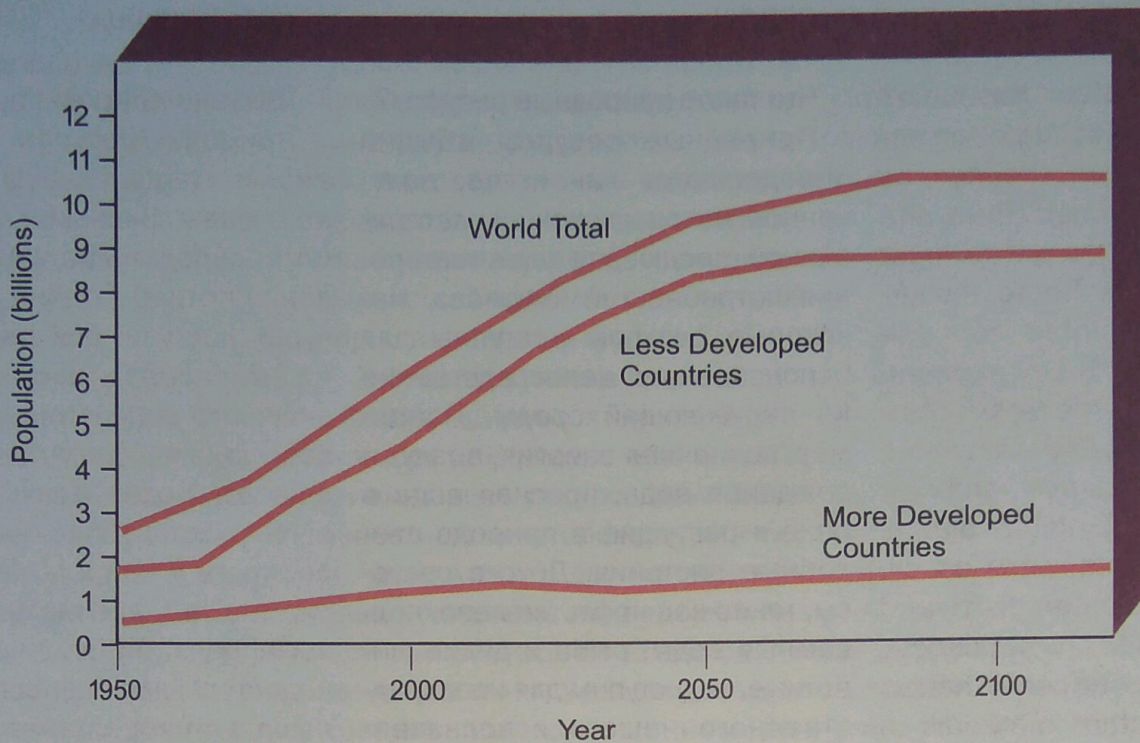


Figure 1-4

Past and projected population size for the more developed countries, less developed countries, and the world, 1950—2120 a. d. (Data from United Nations)

Используя информационный блок, а также соответствующие графики и схемы, сделайте тематический обзор за 1950—2120 гг.

Використовуючи інформаційний блок, а також відповідні графіки і схеми, зробіть тематичний огляд за 1950—2120 рр.

decades (Figure 1-4). Unless there is a global nuclear war or greatly increased famine and disease UN population experts project that the world is not likely to attain ZPG until around 2100, when it will reach a population of 10.4 billion — twice that in 1996 — with most of the growth taking place in the LDCs.

на протяженні многих десятилетий (рис. 1-4). Если не случится глобальной ядерной войны или голода и болезней в огромных масштабах, эксперты ООН предполагают, что мир вряд ли достигнет ZPG к 2100 году, когда население увеличится до 10,4 млрд человек, — это вдвое больше, чем в 1996 году, когда наблюдался наибольший прирост населения в странах класса LDCs.

десятиліть (рис. 1-4). Експерти ООН припускають, що якщо не трапиться глобальної ядерної війни чи голоду і хвороб у величезних масштабах, світ навряд чи досягне ZPG до 2100 р., коли населення збільшиться до 10,4 млрд людей, — це вдвічі більше, ніж у 1996 р., коли спостерігався найбільший приріст населення в країнах класу LDCs.

1-2. RESOURCES AND ENVIRONMENTAL DEGRADATION

What Is a Natural Resource?

A natural resource or resource is usually defined as anything obtained from the physical environment to meet human needs. Some resources are available for use directly from the environment. Examples include solar energy, fresh air, and rainwater, fresh water in a river, and naturally growing edible plants. Other resources, such as oil, iron, groundwater, fish, and game animals, are not directly available for our use. Whether these and other materials in the environment are considered to be human resources depends on a combination of human ingenuity and economics. Human ingenuity enables us to develop scientific and technological methods for finding, extracting, and processing many of the earth's natural substances and converting them to usable forms. Groundwater found deep below the earth's surface was not a resource until we developed the technology for drilling a well and installing pump and other equipment to bring it to the surface. Fish and game animals are not a resource unless we have some way of catching and (in most cases) cooking them. Petroleum was a mysterious fluid until humans learned how to locate it, extract it, and refine it into gasoline, home heating oil,

1-2. РАЗРУШЕНИЕ РЕСУРСОВ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Что такое природные ресурсы?

Природные ресурсы обычно определяются как нечто, полученное из окружающей материальной среды для удовлетворения потребностей человека. Некоторые ресурсы доступны для использования непосредственно из окружающей среды. Например, солнечная энергия, воздух и дождевая вода, пресная вода в реке и растущие в природе съедобные растения. Другие ресурсы, такие как нефть, железо, подземные воды, рыба и дикие животные, недоступны для непосредственного нашего использования. Можно ли рассматривать эти и другие материалы из окружающей среды в качестве ресурсов, пригодных для человека, зависит от комбинации человеческой изобретательности и экономики. Человеческая изобретательность дает возможность развивать научные и технологические методы для обнаружения, извлечения и обработки многих из природных материалов и преобразования их в пригодные к использованию формы. Подземные воды, находясь глубоко под поверхностью земли, не являлись ресурсом, пока мы не создали технологию бурения, монтажа нагнетающего и другого оборудования, для того чтобы доставить воду на поверхность земли. Рыба и дикие животные не являлись ресурсом до тех пор, пока мы не научились их ловить, а затем и употреблять в пищу. Нефть была таинственной жидкостью, пока

1.2. РУЙНУВАННЯ РЕСУРСІВ І НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Що таке природні ресурси?

Природні ресурси звичайно визначаються як дещо, отримане з навколишнього матеріального середовища для задоволення потреб людини. Деякі ресурси доступні для використання безпосередньо з навколишнього середовища. Наприклад, сонячна енергія, повітря і дощова вода, прісна вода в річці та їстівні рослини, що виростають у природі. Інші ресурси, такі як нафта, залізо, підземні води, риба і дикі тварини, недоступні для безпосереднього нашого використання. Чи можна розглядати ці й інші матеріали з навколишнього середовища як ресурси, придатні для людини, залежить від комбінації людської винахідливості й економіки. Людські знання дають можливість розвивати наукові і технологічні методи для виявлення й обробки багатьох із природних матеріалів і перетворення їх на придатні до використання форми. Підземні води не були ресурсом, поки ми не створили технологію буріння, монтажу нагнітального й іншого устаткування, для того щоб доставити воду на поверхню землі. Риба і дикі тварини не були ресурсом доти, доки ми не навчилися їх ловити, а потім і вживати як їжу. Нафта була таємничою рідиною, поки люди не навчилися визначати її місцезнаходження, видобувати її, переробляти на бензин, мазут, гудрон, мастила та інші продукти. Автомобілі,

road tar, and other products. Cars, television sets, tractors, and other manufactured objects are available only because humans developed methods for converting an array of once — useless raw materials from the earth's crust into useful forms.

Economics also determines whether something is classified as a resource or a potential resource. Some known deposits of oil, coal, copper, and other potentially useful materials are located so far beneath the earth's surface or in such low concentrations that they would cost more to find, extract, and process than they are worth. In the future, however, their prices may rise due to their scarcity, or cheaper, more efficient mining and processing technologies may be developed, converting these potential resources to actual resources.

Cultural beliefs can also determine whether something is considered a resource. For example, protein-rich grasshoppers and other insects are considered food resources in some parts of Africa, but are viewed with disgust as sources of food in the United States and in most MDCs.

люди не научились определять ее местонахождение, извлекать ее, перерабатывать в бензин, мазут, гудрон, масла и другие продукты. Автомобили, телевизоры, тракторы и другие рукотворные объекты существуют только потому, что люди создали методы для преобразования ранее бесполезного сырья, добываемого из земной коры, в полезные формы.

Экономика также определяет, классифицируется данная субстанция как ресурс или как потенциальный ресурс. Некоторые известные месторождения нефти, угля, меди и другие потенциально полезные ископаемые лежат так глубоко от поверхности земли и с таким незначительным процентным содержанием полезного вещества, что стоимость поиска, добычи и обработки будет выше их стоимости. В будущем, однако, цены на полезные ископаемые могут повышаться из-за их дефицита или как следствие более дешевой и эффективной горнодобывающей технологии, а технология обработки может быть усовершенствована, что будет способствовать преобразованию потенциальных ресурсов в фактические.

Религиозно-культурные мировоззрения также могут определять, рассматривать ли данную субстанцию в качестве ресурса. Например, саранча, содержащая большое количество белка, а также другие насекомые рассматриваются как ресурсы продовольствия в некоторых регионах Африки, но с отвращением воспринимаются в качестве источника пищи в Соединенных Штатах и в большинстве стран класса MDCs.

телевізори, трактори та інші рукотворні об'єкти існують тільки тому, що люди створили методи для перетворення раніше непотрібної сировини, що видобувається із земної кори, в корисні форми.

Економіка визначає також, класифікується дана субстанція як ресурс чи як потенційний ресурс. Деякі відомі родовища нафти, вугілля, міді та інші потенційно корисні копалини лежать так глибоко від поверхні землі і з таким незначним процентним вмістом корисної речовини, що вартість пошуку, видобутку та обробки буде значно вищою від їхньої вартості. У майбутньому, однак, ціни на корисні копалини можуть підвищуватися через їх дефіцит чи як наслідок дешевшої й ефективнішої гірничодобувної технології, а технологія обробки може бути вдосконалена, що сприятиме перетворенню цих потенційних ресурсів на фактичні.

Релігійно-культурні світогляди також можуть визначати, чи розглядати дану субстанцію як ресурс. Наприклад, саранча, яка містить велику кількість білка, а також інші комахи розглядаються як ресурси продовольства в деяких регіонах Африки, але з огидою сприймаються як джерело їжі в Сполучених Штатах і в більшості країн класу MDCs.

In some cultures, religious beliefs prohibit the use of pork or other types of food resources. The perceived or actual degree of risk involved in using a resource such as nuclear power can also play a role in whether or how widely it is used.

Nonrenewable Resources

Resources can be classified as nonrenewable, renewable, and perpetual (Figure 1-5). A nonrenewable resource is one that exists in a fixed amount (stock) in various places in the earth's crust and either is not replenished by natural processes or is replenished more slowly than it is used. Examples include: fossil fuels—buried deposits of decayed plants and animals that have been converted to materials such as oil, coal, and natural gas by heat and pressure in the earth's crust over hundreds of millions of years; metallic minerals such as uranium, iron, and aluminum; nonmetallic minerals such as phosphates and potassium used as plant nutrients. The easily available deposits of nonrenewable minerals and fossil fuels are usually found in high concentrations near the earth's surface in nonhostile environments; once they are depleted, extraction costs rise. Increasing scarcity can raise the prices paid for such resources, stimulating a search for new deposits or

Некоторые религиозно-культурные мировоззрения запрещают употребление свинины или других видов ресурсов продовольствия. Осознанная или фактическая степень риска, сопутствующая использованию такого ресурса, как атомная энергия, также может играть роль в том, будет ли использоваться атомная энергия и насколько масштабным будет это использование.

Невозобновляемые ресурсы

Ресурсы могут подразделяться на невозобновляемые, возобновляемые и неисчерпаемые (рис. 1-5). Невозобновляемые ресурсы — это те, что существуют в определенном количестве в различных местах земной коры и не могут быть восполнены естественным путем или восполняются медленнее, чем используются. Их примером служат: ископаемое топливо — глубинные залежи останков растений и животных, которые превратились в такие материалы, как нефть, уголь и природный газ при помощи высокой температуры и давления в земной коре за сотни миллионов лет; металлосодержащие минералы — урановые, железные и алюминиевые; полезные неметаллические ископаемые, такие как фосфаты и калий, используемые в качестве питательных веществ для растений. Легкодоступные залежи невозобновляемых полезных ископаемых и ископаемого топлива с высоким содержанием полезного вещества расположены у земной поверхности в неагрессивной окружающей среде; как только они исчерпываются, повышаются за-

Деякі релігійно-культурні світогляди забороняють вживання свинини чи інших видів ресурсів продовольства. Усвідомлений чи фактичний ступінь ризику, що супроводжує використання такого ресурсу, як атомна енергія також може відігравати роль у тому, чи буде використовуватись атомна енергія і наскільки масштабним буде це використання.

Непоновлювані ресурси

Ресурси можуть поділятися на непоновлювані, поновлювані і невичерпні (рис. 1-5). Непоновлювані ресурси — це ті, що існують у певній кількості у різних місцях земної кори і не можуть поповнюватися природним шляхом чи поповнюються повільніше, ніж використовуються. Це такі корисні копалини: паливо — глибинні поклади останків рослин і тварин, що перетворилися на такі субстанції, як нафта, вугілля і природний газ, завдяки високій температурі і тиску в земній корі за сотні мільйонів років; металонесні мінерали — уранові, залізні й алюмінієві; неметалічні корисні копалини, такі як фосфати калій, що живлять рослини. Легкодоступні поклади корисних копалин, що не відновлюються, і поклади палива з високим вмістом корисної речовини розміщені в земній поверхні в неагресивному навколишньому середовищі; як тільки вони вичерпуються, підвищуються витрати на їх видобуток. Збільшення дефіциту може спричинити підвищення цін на такі ресурси, стимулюючи тим самим пошук но-

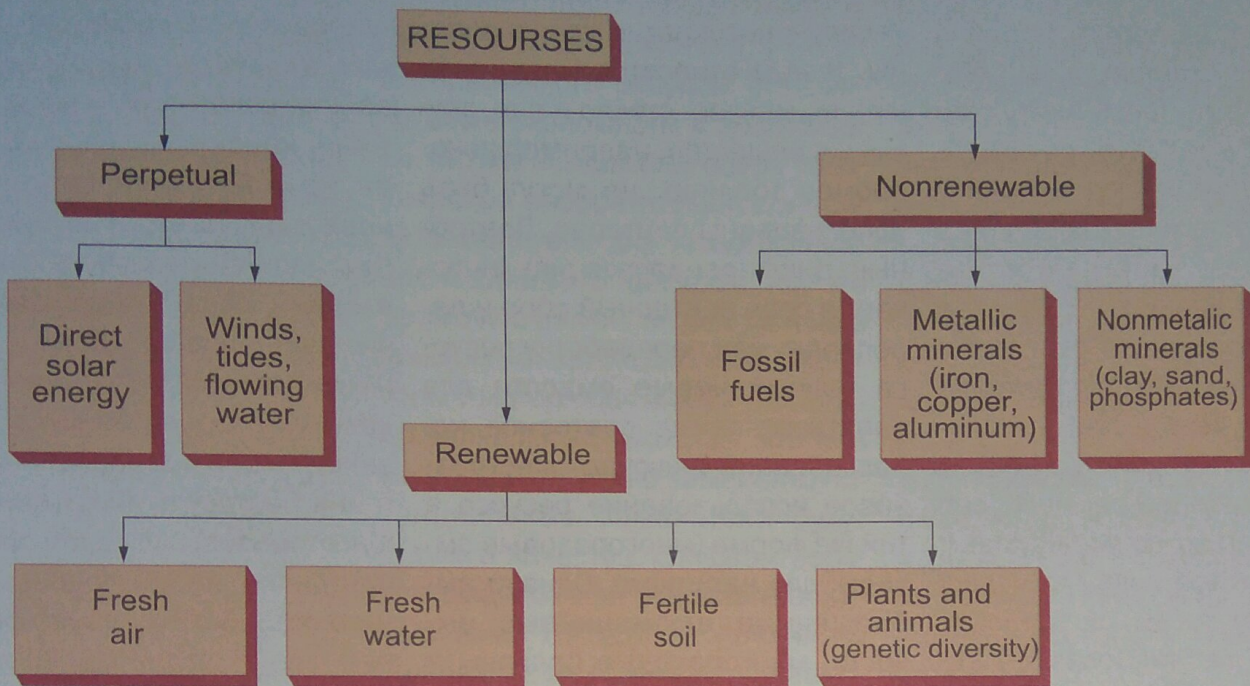


Figure 1-5

Major types of natural resources this scheme, however, is not fixed; renewable resources can be converted to nonrenewable if used for a prolonged time faster than natural processes renew them.

Увеличьте перечень качественных и количественных показателей при составлении своей схемы природных источников энергии

Збільшіть перелік якісних і кількісних показників при складанні своєї схеми природних джерел енергії

making the mining and processing of lower grade deposits more feasible. Eventually, however, the cost of finding, extracting, and concentrating increasingly lower grade or difficult-to-extract deposits may become so high that these substances are no longer considered resources. Typically, a nonrenewable resource such as oil or copper is considered depleted from an economic standpoint when 80 % of its total estimated supply has been removed and used.

траты на их добычу. Увеличение дефицита таких ресурсов может повлечь повышение цен на них, стимулируя тем самым поиск новых залежей или делая вероятными добычу и обработку более бедных залежей. В конечном счете стоимость поиска, добычи и обогащения все более и более бедных залежей, добыча которых затруднена, может стать настолько высокой, что эти вещества уже не будут рассматриваться в качестве ресурсов. Обычно невозобновляемые ресурсы, такие как нефть или медь, считаются с экономической точки зрения исчерпанными, когда 80 % месторождения выработано и использовано.

вих покладів чи роблячи більш імовірними видобуток і обробку бідніших покладів. Зрештою вартість пошуку, видобутку і збагачення дедалі бідніших покладів, видобуток яких ускладнено, може стати настільки високою, що ці речовини вже не будуть розглядатись як ресурси. Зазвичай непоновлювані ресурси, такі як нафта чи мідь, вважаються з економічного погляду вичерпаними, коли 80 % родовища вироблено і використано.

Some nonrenewable resources can be recycled or reused — copper, aluminum, iron, and glass, for example — and others, such as fossil fuels, cannot. Recycling involves collecting and remelting or reprocessing a resource (aluminum beverage cans), whereas reuse involves using a resource over and over in the same form (refillable beverage bottles). But discarded aluminum cans, refillable bottles, and abandoned car hulks can be dispersed so widely that it becomes too costly to collect them for reuse or recycling. We live in a brief fossil fuel era in which deposits of solar energy captured by plants and converted to nonrenewable deposits of crude oil, coal, and natural gas over hundreds of millions of years are being used up in several hundred years. During 1996 these one-time deposits of fossil fuels, which cannot be recycled or reused, provided about 82 % of the energy used in the world for electricity, heating, cooling, transportation, and manufacturing. The largest fraction of this energy (36 %) was provided by oil. Affordable supplies of oil are projected to last for only a few more decades. Sometimes a substitute or replacement for a non-renewable resource that is scarce or too expensive can be found. Although some resource economists argue that we can use human ingenuity to find a substitute for any nonrenewable resource, this is not always the

Некоторые невозобновляемые ресурсы могут быть переработаны или многократно использованы. К ним относятся медь, алюминий, железо, стекло и т. д., другие же вещества, например ископаемое топливо, не могут быть использованы повторно. Повторный цикл (рециркуляция) включает в себя повторный сбор и переплавку или переработку ресурса (алюминиевые емкости для напитков); также повторное использование включает многократное использование ресурса в той же форме (многократные емкости для напитков). Однако выброшенные алюминиевые емкости, многократные баллоны и брошенные автомобильные кузова могут быть разбросаны на таком большом пространстве, что их сбор для повторного использования становится слишком дорогим. Мы живем в короткую эру ископаемого топлива, когда запасы солнечной энергии, поглощенной растениями и превращенной в невозобновляемые залежи сырой нефти, угля и природного газа более чем за сотни миллионов лет, исчерпываются в течение нескольких сот лет. На протяжении 1996 г. эти ограниченные залежи ископаемого топлива, которые не могут быть переработаны или многократно использованы, были употреблены для выработки приблизительно 82 % энергии, применяемой в мире для производства электричества, получения тепла, охлаждения, перевозки и производства. Самая большая доля этой энергии (36 %) была выработана при помощи нефти. Доступных запасов нефти хватит только на

Деякі непоновлювані ресурси можуть бути перероблені чи багаторазово використані. До таких належать мідь, алюміній, залізо, скло і т. ін., інші ж речовини, наприклад поклади палива, не можуть бути повторно використані. Повторний цикл (рециркуляція) включає в себе повторний збір і переплавляння чи перероблення ресурсу (алюмінієві місткості для напоїв); також повторно використання включає багаторазове використання ресурсу в тій самій формі (багаторазові місткості для напоїв). Але викинуті алюмінієві місткості, багаторазові балони та покинуті автомобільні кузова можуть бути розкидані на такій великій території, що збирання їх для повторного використання буде надто дорогим. Ми живемо в короткую еру корисних копалин, коли запаси сонячної енергії, поглинутої рослинами і перетвореної в непоновлювані поклади сирової нафти, вугілля і природного газу більш ніж за сотні мільйонів років, вичерпуються впродовж кількох сотень років. Протягом 1996 р. ці обмежені поклади корисного палива, що не можуть бути перероблені чи багаторазово використані, були застосовані для вироблення приблизно 82 % енергії, використовуваної у світі для виробництва електрики, одержання тепла, охолодження, перевезення і виробництва. Найбільша частка цієї енергії (36 %) була вироблена за допомогою нафти. Доступних запасів нафти вистачить тільки на кілька десятиліть. Колись, можливо, буде знайдено заміник для ду-

case at a particular time or for a particular purpose. Some materials have such unique properties that they cannot easily be replaced; the would-be replacements are inferior, too costly, or otherwise unsatisfactory. For example, nothing now known can replace steel and concrete in skyscrapers, nuclear power plants, and dams.

Renewable and Perpetual Resources

A renewable resource is one that can be depleted in the short run if used or contaminated too rapidly but normally will be replaced through natural processes. Examples include trees in forests, grasses in grasslands, fish and game, fresh surface water in lakes and rivers, most deposits of groundwater, fresh air, and fertile soil. Classifying something as a renewable resource, however, does not mean that it is inexhaustible and that it will always remain renewable. The highest rate at which a renewable resource can be used without impairing or damaging its ability to be fully renewed is called its sustained yield. If

несколько десятилетий. Когда-то, возможно, будет найден заменитель для очень дорогого и невозобновляемого ресурса. Хотя некоторые экономисты и доказывают, что мы можем благодаря человеческой изобретательности найти заменитель для любого невозобновляемого ресурса, но это возможно далеко не всегда и не в каждом конкретном случае. Некоторые материалы имеют настолько уникальные свойства, что они не могут быть легко заменены; потенциальные заменители будут худшего качества, слишком дорогостоящими или неудовлетворительными по другим причинам. Например, ни один из существующих материалов не в состоянии заменить сталь и бетон в небоскребах, атомных электростанциях и плотинах.

Возобновляемые и неисчерпаемые ресурсы

Возобновляемые ресурсы — это такие ресурсы, которые могут быть исчерпаны за короткий период, если они расходуются или загрязняются слишком быстро, но обычно они воспроизводятся вследствие естественных процессов. К ним относятся деревья в лесах, травы в полях, рыба и дикие животные, свежая вода в озерах и реках, большинство месторождений подземных вод, воздух и плодородная почва. Классифицируя нечто как возобновляемый ресурс, мы, однако, не подразумеваем, что этот ресурс неисчерпаем и что он будет всегда оставаться возобновляемым. Самый высокий процент использования возобновляемого ресурса, с тем чтобы его не ослабить или не

же дорогого и непоновляемого ресурсу. Хоча деякі економісти й доводять, що ми можемо завдяки людській винахідливості знайти замітник для будь-якого непоновляемого ресурсу, але це можливо далеко не завжди і не в кожному конкретному разі. Деякі матеріали мають настільки унікальні властивості, що їх не можна легко замінити; потенційні замітники будуть гіршої якості, занадто дорогими чи незадовільними з інших причин. Наприклад, жоден з існуючих матеріалів не в змозі замінити сталь і бетон у хмарочосах, атомних електростанціях і греблях.

Поновлювані і невичерпні ресурси

Поновлювані ресурси — це такі ресурси, що можуть бути вичерпані за короткий період, якщо вони витрачаються чи забруднюються занадто швидко, але зазвичай вони відтворюються внаслідок природних процесів. Це дерева в лісах, трави на полях, риба і дикі тварини, свіжа вода в озерах і річках, більшість родовищ підземних вод, повітря і родючий ґрунт. Класифікуючи щось як поновлюваний ресурс, ми, однак, не маємо на увазі, що цей ресурс невичерпний і що він завжди залишатиметься поновлюваним. Найвищий відсоток використання поновлюваного ресурсу, для того щоб його не послабити або не зашкодити його

this yield is exceeded, the base supply of a renewable resource begins to shrink and can eventually become nonrenewable on a human time scale or in some cases nonexistent — a process known as environmental degradation. Considerable evidence indicates that in many parts of the world, especially in LDCs, the sustained yields for potentially renewable resources such as topsoil, groundwater, grasslands, forests, fisheries, and wildlife are being exceeded.

The biological or genetic diversity in the world's millions of different types of plants and animals is another key renewable resource in the struggle to provide food and other materials for the world's rapidly growing population. Preserving this genetic diversity, either in the wild or in genetic storage banks set up around the world, can be essential to long-term human welfare. A perpetual resource is one that comes from an essentially inexhaustible source and thus will always be available in a relatively constant supply regardless of whether or how we use it. Solar energy is the most important example of such a resource; it will arrive at the earth at a reasonably constant rate during the remaining life-

навредить его способности к восстановлению, называется подерживающим использованием. Если этот уровень добычи превышен, восстановление основы ресурса начинает сокращаться, и этот ресурс может в конечном счете стать невозобновляемым с точки зрения человеческих временных мерок, а в некоторых случаях может превратиться в несуществующий объект — этот процесс известен как разрушение окружающей среды. Многочисленные свидетельства показывают, что во многих государствах мира, особенно в странах класса LDCs, увеличивается доля щадящего использования потенциально возобновляемых ресурсов, таких как верхний слой земли, подземные источники, поля, леса, рыбные запасы и дикая природа.

Всемирное биологическое или генетическое разнообразие миллионов различных типов растений и животных — это другой ключевой возобновляемый ресурс для обеспечения продовольствием и другими материалами быстро растущего населения. Сохранение этого генетического разнообразия как в первозданном виде, так и в генетических хранилищах, создаваемых по всему миру, может быть существенным для долгосрочного благосостояния человека. Неисчерпаемые ресурсы — это те ресурсы, которые поступают из, по сути, неистощимого источника и таким образом будут всегда доступны для относительно постоянной поставки независимо от того, используем ли мы его и как используем. Солнечная энергия — наиболее яркий пример такого

здатності до відновлення, називається підтримувальним використанням. Якщо цей рівень видобутку перевищено, відновлення бази поновлюваного ресурсу починає скорочуватися, і цей ресурс може зрештою стати непоновлюваним з погляду людських часових мірок, а в деяких випадках може припинити існування — цей процес відомий як руйнування навколишнього середовища. Численні свідчення показують, що в багатьох країнах світу, особливо в країнах класу LDCs, збільшується частка дбайливого використання, яке не завдає шкоди потенційно поновлюваним ресурсам, таким як верхній шар землі, підземні джерела, поля, ліси, рибні запаси і дика природа.

Всесвітня біологічна чи генетична розмаїтість мільйонів різних типів рослин і тварин — це інший ключовий поновлюваний ресурс для забезпечення продовольством та іншими матеріалами швидко зростаючого населення. Збереження цієї генетичної розмаїтості як у первозданному вигляді, так і в генетичних сховищах, створюваних у всьому світі, дуже суттєве для тривалого добробуту людини. Невичерпні ресурси — це ті ресурси, що надходять з невичерпного джерела й у такий спосіб завжди доступні для відносно постійного постачання незалежно від того, чи використовуємо ми їх і як використовуємо. Сонячна енергія — найяскравіший приклад такого ресурсу; вона доходить до Землі у вигляді постійного потоку протягом усієї трива-

time of the sun, estimated as at least 5 billion years. Other perpetual resources based primarily on the direct input of solar energy and gravitational forces, include wind energy, tidal energy, and flowing water.

Are We Running Out of resources?

Increasing population causes a corresponding rise in resource use and a rise in the standard of living creates a significant rise in average use of nonrenewable and renewable resources per person. For example, the average U.S. citizen consumes 50 times more steel, 56 times more energy, 170 times more synthetic rubber and newsprint, 250 times more motor fuel, and 300 times more plastic than the average citizen of India. During the past 100 years and especially since 1950, affluent countries have gone around the bend on a J-shaped curve of increasing average consumption per person of renewable and non-renewable resources.

With only 24 % of the world's population, the MDCs use 80 % of the world's processed energy and mineral resources. The United States alone, with only 4.8 % of the world's population, produces about 21 % of all goods and services, uses about one-third

ресурса; она достигает Земли в виде постоянного потока в течение всей продолжительности жизни Солнца, которая оценивается по крайней мере в 5 млрд лет. Другие природные ресурсы основаны на прямом поступлении солнечной энергии и гравитационных сил, включая энергию ветра, приливно-отливную энергию и энергию движения водного потока.

Исчерпаем ли мы ресурсы?

Увеличение населения вызывает соответствующее повышение использования ресурса, а рост уровня жизни влечет за собой значительное повышение средней величины использования невозобновляемых и возобновляемых ресурсов на одного человека. Например, в среднем один гражданин США потребляет в 50 раз больше стали, в 56 раз больше энергии, в 170 раз больше синтетического каучука и газетной бумаги, в 250 раз больше моторного топлива, в 300 раз больше пластмассы, чем в среднем один гражданин Индии. На протяжении минувших 100 лет, а особенно с 1950 г., в богатых странах резко пошла вверх кривая увеличения средней величины потребления на одного человека возобновляемых и невозобновляемых ресурсов.

Страны класса MDCs с населением, которое составляет только 24 % от всего населения Земли, используют 80 % всемирной выработки энергии и минеральных ресурсов. Только Соединенные Штаты с населением, которое составляет 4,8 % от мирового населения, производят приблизительно

лості життя Сонця, яка оцінюється принаймні в 5 млрд років. Інші природні ресурси засновані на прямому надходженні сонячної енергії та гравітаційних сил, включаючи енергію вітру, приливно-відпливну енергію й енергію руху водного потоку.

Чи вичерпаємо ми ресурси?

Збільшення населення зумовлює відповідне підвищення використання ресурсу, а зростання рівня життя тягне за собою значне підвищення середньої величини використання непоновлюваних і поновлюваних ресурсів на одну людину. Наприклад, у середньому один житель США споживає у 50 разів більше сталі, у 56 разів більше енергії, у 170 разів більше синтетичного каучуку і газетного паперу, в 250 разів більше моторного палива, в 300 разів більше пластмаси, ніж у середньому один житель Індії. Протягом минулих 100 років, а особливо з 1950 р., у багатих країнах різко пішла вгору крива збільшення середньої величини споживання на одну людину поновлюваних і непоновлюваних ресурсів.

Країни класу MDCs з населенням, що становить тільки 24 % від усього населення Землі, використовують 80 % всесвітнього вироблення енергії і мінеральних ресурсів. Тільки Сполучені Штати з населенням, що становить 4,8 % від світового населення, виробляють приблизно 21 %

Practice Test

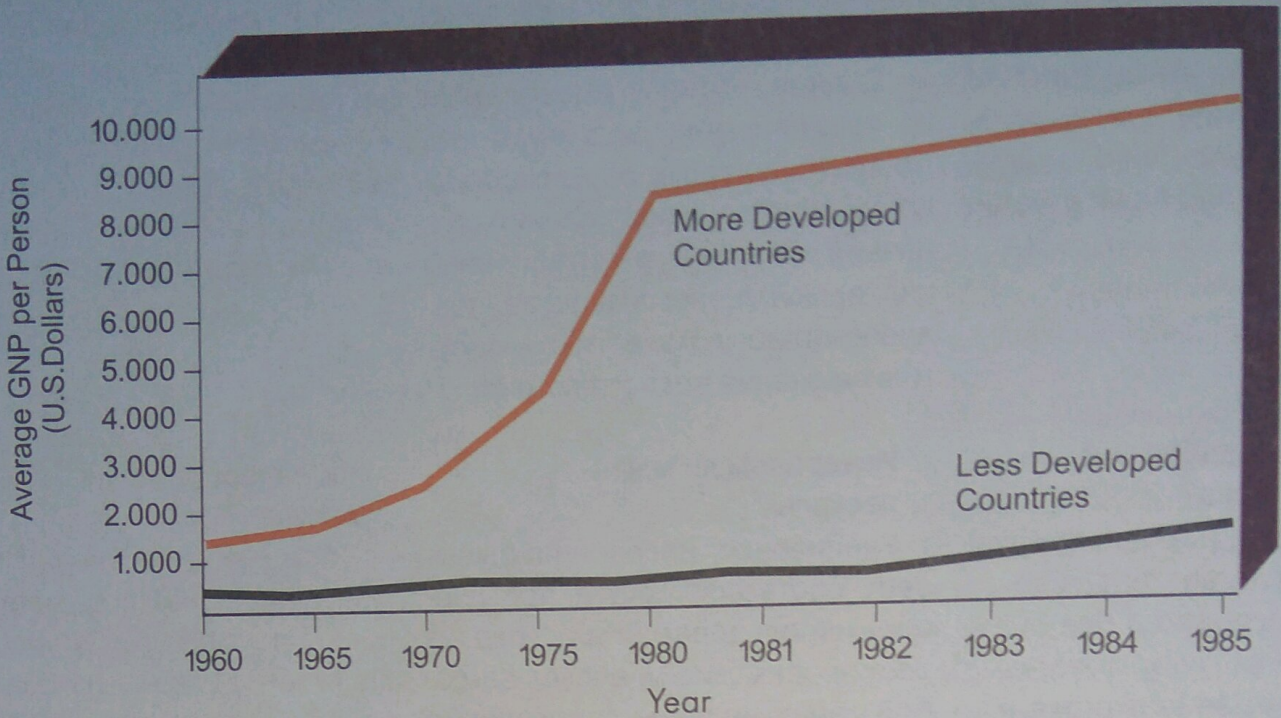


Figure 1-6

The gap in average GNP per person between the more developed and the less developed countries has been widening since 1960, raising fears by many LDCs that they may become never-developed countries. Adjusted for Inflation, the average GNP per person in LDCs has actually decreased since 1960. (Data from United Nations)

Используя предложенную методику, составьте аналогичный график до 2009 г.

Використовуючи пропоновану методику, складіть аналогічний графік до 2009 р.

of the world's processed energy and mineral resources, and produces at least one-third of the world's pollution.

Average resource use per person in affluent countries is projected to rise sharply in coming decades. At the same time, the world's LDCs hope to become more affluent. For even moderate worldwide economic growth to occur between 1975 and 2020, it is projected that the production of food and of common minerals must increase fourfold and fivefold, respectively. Because the gap between the rich and

но 21% всех товаров и услуг, используя при этом одну треть всемирной выработанной энергии и минеральных ресурсов, и дают по крайней мере одну треть всемирного загрязнения.

В следующие десятилетия запланировано резкое увеличение средней величины использования ресурсов на одного человека в богатых странах. В то же время страны класса LDCs надеются стать более богатыми. Даже для умеренного всемирного экономического роста на протяжении 1975—2020 гг. запланировано, что производство продовольствия и обычных полезных ископаемых должно увеличиться в четыре-пять раз. Поскольку про-

усих товарів і послуг, використовуючи при цьому одну третину всесвітньої виробленої енергії і мінеральних ресурсів, і на частку США припадає приблизно третина всесвітнього забруднення.

У наступні десятиліття у багатих країнах заплановано різке збільшення середньої величини використання ресурсів на одну людину. Водночас країни класу LDCs сподіваються стати багатшими. Навіть для помірному всесвітнього економічного зростання впродовж 1975—2020 рр. заплановано, що виробництво продовольства і звичайних корисних копалин має збільшитися в чотири-п'ять разів. Оскільки прірва між багатими і бідни-

poor countries has been increasing since 1960 (Figure 1-6), an increasing number of leaders and citizens in LDCs fear that rapid resource depletion by the MDCs may not leave enough resources for their countries to ever become MDCs. They are calling for the MDCs to waste less resource and to provide greatly increased assistance and access to trade and markets to help the LDCs become more self-sufficient and have access to a more equitable share of the world's resources

Approaches to **resource conservation** include efforts to reduce unnecessary resource waste in order to extend the useful life of nonrenewable resources, to prevent renewable resources from being converted to nonrenewable resources through overuse, and to reduce the environmental impact of resource use.

пасть между богатыми и бедными странами увеличилась начиная с 1960 г. (рис. 1-6), растёт число лидеров и граждан в странах класса LDCs, которые опасаются, что быстрое истощение странами класса MDCs ресурсов не оставит достаточного количества ресурсов для их стран, чтобы они имели возможность тоже когда-нибудь стать страной класса MDCs. Они призывают к тому, чтобы страны класса MDCs не тратили впустую ресурсы, а обеспечили значительно большую помощь и доступ к торговле странам класса LDCs, для того чтобы они стали более самостоятельными и имели равноправный доступ к всемирным ресурсам.

Методы **сохранения ресурсов** включают усилия, необходимые для того, чтобы измельчить ненужные отходы, продлить срок службы невозобновляемых ресурсов, предотвратить вследствие злоупотребления превращение возобновляемых ресурсов в невозобновляемые и уменьшить влияние на окружающую среду, возникающее при использовании ресурсов.

ми країнами збільшилася починаючи з 1960 р. (рис. 1-6), зростає кількість лідерів і громадян у країнах класу LDCs, які побоюються, що швидке виснаження країнами класу MDCs ресурсів не залишить достатньої кількості ресурсів для їхніх країн, щоб вони мали можливість також стати країнами класу MDCs. Вони закликають до того, щоб країни класу MDCs витрачали меншу кількість ресурсів і забезпечили значно більшу допомогу і доступ до торгівлі, щоб країни класу LDCs стали самостійними і мали рівноправний доступ до всесвітніх ресурсів.

Методи **збереження ресурсів** включають зусилля, необхідні для того, щоб подрібнювати непотрібні відходи, подовжити термін служби непоновлюваних ресурсів, запобігти внаслідок зловживань перетворенню поновлюваних ресурсів у непоновлювані і зменшити їх вплив на навколишнє середовище від використання ресурсів.

1-3. POLLUTION

What Is Pollution?

Any change in the physical, chemical, or biological characteristics of the air, water, or soil that can affect the health, survival, or activities of humans or other forms of life in an undesirable way is called pollution. Pollution does not have to cause physical harm; pollutants such as noise and heat may cause injury but more often cause psychological distress and aesthetic pollution such as foul odors and unpleasant sights offend the senses. People however, may differ in what they consider to be a pollutant, on the basis of their assessment of benefits and risks to their health and economic well being. For example, visible and invisible chemicals spewed into the air or water from an industrial plant might be harmful to humans and other forms of life living nearby. However, if the installation of expensive pollution controls forces the plant to shut down, workers who would lose their jobs might feel that the risks from polluted air and water are minor weighed against the benefits of profitable employment. The same level of pollution can also affect two people quite differently-some forms of air pollution might be a slight annoyance to a healthy person but life threatening to someone with emphysema or another respiratory disorder. Such risk-benefit analysis

1-3. ЗАГРЯЗНЕНИЕ

Что такое загрязнение?

Любое изменение физических, химических или биологических характеристик воздуха, воды или почвы, которое может отрицательно воздействовать на здоровье либо жизнедеятельность людей или других форм жизни, называется загрязнением. Загрязнение не обязательно причиняет именно физический вред; загрязняющие агенты в виде шума и высокой температуры могут вредить, но чаще они вызывают психологический и эстетический дискомфорт от неприятных запахов и неопрятного внешнего вида. Люди, однако, могут отличаться в своих оценках того, что они считают загрязнением, исходя из оценки преимуществ и риска для их здоровья и для их экономического благосостояния. Например, видимые и невидимые химикалии, накапливаемые в воздухе или воде от промышленного предприятия, могли бы быть вредными для людей и других форм жизни, обитающих поблизости. Однако если бы оборудование дорогостоящего контроля за загрязнением вынудило закрыть предприятие, то рабочие, потерявшие рабочие места, могли бы ощутить, что риск от загрязненного воздуха и воды незначителен по сравнению с доходом, получаемым от работы. Одинаковый уровень загрязнения может по-разному воздействовать на двух людей. Загрязнение воздуха может вызвать небольшое раздражение у здорового человека или стать угрозой для жизни тому, кто страдает от эмфиземы или других заболеваний дыхательных путей. Такой

1-3. ЗАБРУДНЕННЯ

Що таке забруднення?

Будь-яка зміна фізичних, хімічних чи біологічних характеристик повітря, води чи ґрунту, що може негативно впливати на здоров'я або життєдіяльність людей чи інших форм життя, називається забрудненням. Забруднення не завжди завдає саме фізичної шкоди; забруднювальні агенти у вигляді шуму і високої температури можуть зашкодити, але найчастіше вони створюють психологічний і естетичний дискомфорт. Люди, однак, можуть відрізнитись у своїх оцінках того, що вони вважають забрудненням, виходячи з оцінки переваг і ризику для їхнього здоров'я та економічного добробуту. Наприклад, видимі та невидимі хімікалії, що нагромаджуються в повітрі чи воді від промислових підприємств, могли б бути шкідливими для людей та інших форм життя, які існують поблизу. Однак якби обладнання дорогого контролю за забрудненням зумовило закриття підприємства, то для робітників, які втратили робочі місця, ризик від забрудненого повітря і води був би незначним порівняно з доходом, одержуваним від роботи. Той самий рівень забруднення може по-різному впливати на двох людей. Забруднення повітря може викликати невелике подразнення у здорової людини чи стати загрозою для життя тих людей, які страждають від емфіземи чи інших захворювань дихальних шляхів. Такий аналіз вигоди ризику потребує масштабних рішень щодо нав-

enters into most environmental decisions and leads to economic, political, and ethical tradeoffs.

Types, Sources, and Effects of Pollutants

As long as they are not overloaded, natural processes or human-engineered systems (such as sewage treatment plants) can biodegrade or break down some types of pollutants to an acceptable level or form. Depending on their biodegradability, pollutants can be classified as being rapidly biodegradable (such as human sewage and livestock wastes), slowly biodegradable (such as DDT and other chemical pesticides), and non-biodegradable (such as toxic mercury and lead compounds and some radioactive substances). Polluting substances can enter the environment naturally or through human activities. Most natural pollution is dispersed over a large area and is often diluted or degraded to harmless levels by natural processes. In contrast, the most serious human pollution problems occur in or near urban and industrial areas, where large amounts of pollutants are concentrated in relatively small volumes of air, water, and soil. Furthermore, many pollutants from human activities are synthetic (human-made) chemicals that are slowly biodegradable or non-biodegradable. Often, pollutants released into one part of

анализ выгоды риска требует масштабных решений в области окружающей среды и ведет к экономическим, политическим и этическим соглашениям.

Виды, источники и влияние загрязняющих веществ

До тех пор, пока они не перегружены, природные процессы или спроектированные человеком системы (такие как предприятия по очистке сточных вод) могут снизить или обезвредить некоторые виды загрязняющих веществ и довести их до приемлемого уровня или форм. В зависимости от их способности к биологическому разложению загрязняющие вещества могут классифицироваться как быстро разлагаемые микроорганизмами (стоки отходов жизнедеятельности человека и домашнего скота), медленно разлагаемые микроорганизмами (DDT и другие химические пестициды) и не разлагаемые микроорганизмами (токсические ртутные и свинцовые соединения и некоторые радиоактивные вещества). Загрязнение может попадать в окружающую среду естественным путем или как результат человеческой деятельности. В основном естественное загрязнение рассеяно на больших территориях и часто разбавляется или разлагается до безопасного уровня вследствие самопроизвольных процессов. А наиболее серьезные проблемы загрязнения, связанные с жизнедеятельностью человека, имеют место в городских и промышленных областях, где большие количества загрязняющих веществ сконцентрированы в относительно малых объемах возду-

колишнього середовища і веде до економічних, політичних і етичних угод.

Види, джерела і вплив забруднювальних речовин

Доти, доки вони не перевантажені, природні процеси чи спроектовані людиною системи (такі як підприємства з очищення стічних вод) можуть знижувати чи знешкоджувати деякі види забруднювальних речовин і доводити їх до прийняттого рівня чи форм. Залежно від їхньої здатності до біологічного розкладу забруднювальні речовини можуть класифікуватись як такі, що швидко розкладаються мікроорганізмами (стоки відходів життєдіяльності людини і свійської худоби), такі, що повільно розкладаються мікроорганізмами (DDT та інші хімічні пестициди), і такі, що не розкладаються мікроорганізмами (токсичні ртутні та свинцеві сполуки та деякі радіоактивні речовини). Забруднення може потрапляти в навколишнє середовище природним шляхом або внаслідок людської діяльності. В основному природне забруднення охоплює великі території, і часто його концентрація знижується до безпечного рівня внаслідок спонтанних процесів. А найсерйозніші проблеми забруднення, пов'язані з життєдіяльністю людини, мають місце в міських та промислових районах, де велика кількість забруднювальних речовин сконцентрована у відносно малих обсягах повітря, води і ґрунту. Крім того,

the environment don't remain there and can affect people and other forms of life at the local, regional, and in some cases the global levels. Sulfur dioxide gas released into the atmosphere by coal-burning industrial and electric power plants is converted to acidic droplets and solid particles that fall to the earth's surface and kill some species of trees in mountain forests and fish and other aquatic life in lakes.

Complicating matters further, pollutants can have both acute and chronic effects on human health. An acute effect, such as a burn, illness, or death, occurs shortly after exposure, often in response to fairly high concentrations of a pollutant. A chronic effect is a condition that lasts a long time and usually takes a long time to appear, often due to exposure to low concentrations of a pollutant. For example, people exposed to a large dose of radiation may die within a few days. However, people receiving the same total dose in small amounts over a long period may develop various types of cancer 10 to 20 years later or may transmit genetic

ха, воды и почвы. Кроме того, многие загрязняющие вещества, полученные в результате деятельности человека, — синтетические (созданные человеком) химикалии, медленно разлагаются микроорганизмами или не разлагаются вообще. Часто загрязняющие вещества, образованные в определенном районе окружающей среды, там не остаются и могут воздействовать на людей и другие формы жизни на местном, региональном, а в некоторых случаях — и на глобальном уровне. Газообразный диоксид серы, попавший в атмосферу при сжигании угля промышленными и силовыми электростанциями, преобразуется в кислотные капли влаги и твердые частицы, выпадающие на поверхность земли и уничтожающие некоторые разновидности деревьев в горных лесах, рыбу в озерах.

Еще более усложняя проблему, загрязняющие вещества могут быть причиной острых и хронических заболеваний человека. Острая реакция в виде ожогов, заболеваний или смертельного исхода происходит вскоре после воздействия как ответ на довольно высокие концентрации загрязнителя. Хроническое влияние загрязнения — это длительный процесс воздействия загрязнителя при низких его концентрациях. Например, люди, которые подвергались большой дозе радиации, могут умереть в течение нескольких дней. Однако у людей, получавших такую же общую дозу в малых количествах и за более длительный период, могут проявиться различные виды рака на 10-20 лет позже, а также возможна передача

багато забруднювальних речовин, утворених у результаті діяльності людини, — синтетичні (вироблені людиною) хімікалії, повільно розкладаються мікроорганізмами чи не розкладаються взагалі. Часто забруднювальні речовини, що утворились у певному районі навколишнього середовища, там не залишаються і можуть впливати на людей та інші форми життя на місцевому, регіональному, а в деяких випадках — і на глобальному рівні. Газоподібний діоксид сірки, що потрапляє в атмосферу під час спалювання вугілля промисловими і силовими електростанціями, перетворюється на кислотні краплі вологи і тверді частки, що випадають на поверхню землі і знищують деякі різновиди дерев у гірських лісах, рибу в озерах.

Речовини, що забруднюють довкілля, можуть бути причиною гострих і хронічних захворювань людини. Гостра реакція у вигляді опіків, захворювань чи навіть смерті відбувається недовзі після впливу забруднення як відповідь на досить високі концентрації забруднювача. Хронічний вплив забруднення — це тривалий процес впливу забруднювача за низьких його концентрацій. Наприклад, люди, які одержали велику дозу радіації, можуть померти впродовж кількох днів. Однак у людей, які одержували ту саму загальну дозу в малих кількостях і за більш тривалий період, можуть виявитися різні види раку на 10-20 років пізніше, а також можливе передавання генетичних змін

defects to their children. During a lifetime an individual is exposed to many different types and concentrations of potentially harmful pollutants. The scientific evidence correlating a particular harmful effect to a particular pollutant is usually statistical or circumstantial, as is most scientific evidence. For example, so far no one has been able to show what specific chemicals in cigarette smoke cause lung cancer; however, smoking and lung cancer are causally linked by an overwhelming amount of statistical evidence from more than 32,000 studies. Another complication is that certain pollutants acting together can cause a harmful effect greater than the sum of their individual effects. This phenomenon is called a synergistic effect. For example, asbestos workers, already at higher-than-average risk of lung cancer, greatly increase that risk if they smoke because of an apparent synergistic effect between tobacco smoke and tiny particles of asbestos inhaled into the lungs. Testing all the possible synergistic interactions among the thousands of possible pollutants in the environment is prohibitively expensive and time-consuming, even for their effects on just one type of plant or animal.

генетических дефектов их потомству. На протяжении всей жизни индивидуум подвергается воздействию разнообразных видов загрязнения при различных концентрациях потенциально вредных загрязняющих веществ. Научно доказана корреляция специфического неблагоприятного эффекта и специфического загрязнителя, что с точки зрения статистики является наиболее научно достоверным результатом. Например, пока никто не способен доказать, какие именно химические элементы в дымящейся сигарете являются причиной рака легкого; однако курение и рак легкого причинно связаны подавляющим количеством статистических данных, полученных при исследовании более чем 32 000 случаев. Другая проблема состоит в том, что некоторые загрязняющие вещества, действующие вместе, могут обуславливать неблагоприятное влияние большее, чем простая сумма их индивидуальных воздействий. Это явление называется синергичным эффектом. Например, люди, работающие с асбестом, уже находятся в более опасной зоне риска среднестатистической величины заболевания раком легкого; риск значительно возрастает, если они курят, из-за очевидного синергичного взаимодействия между табачным дымом и крошечными частицами асбеста, которые вдыхаются легкими. Испытание всех возможных синергичных взаимодействий среди тысяч возможных загрязняющих веществ в окружающей среде предельно дорого и занимает много времени даже для определения их влияния на один только тип растения или животного.

їхньому потомству. Протягом усього життя індивідуум зазнає впливу різноманітних видів забруднення за різних концентрацій потенційно шкідливих забруднювальних речовин. Науково доведена кореляція специфічного несприятливого ефекту і специфічного забруднювача, що з точки зору статистики є найбільш науково достовірним результатом. Наприклад, поки ніхто не здатний довести, які саме хімічні елементи в сигареті, що димить, є причиною раку легені; однак куріння і рак легені пов'язані великою кількістю статистичних даних, здобутих під час досліджень більш ніж 32 000 випадків. Інша проблема полягає в тому, що деякі забруднювальні речовини, які діють разом, можуть зумовити несприятливий вплив більший, ніж сума їхніх індивідуальних впливів. Це явище називається синергічним ефектом. Наприклад, люди, які працюють з азбестом, уже перебувають у більш небезпечній зоні ризику середньостатистичної величини захворювання раком легені; ризик значно збільшується, якщо вони курять, — з'являється очевидний синергічний чинник взаємодії тютюнового диму з крихітними частками азбесту, що вдихаються легенями. Тестування всіх можливих синергічних взаємодій серед тисяч можливих забруднювальних речовин у навколишньому середовищі надзвичайно дороге і забирає багато часу навіть для визначення їхнього впливу на один тільки тип рослини чи тварини.

Pollution Control

Some countries, especially MDCs such as the United States, are making progress in controlling some types of pollution. There are two fundamentally different approaches to pollution control. Input pollution control prevents potential pollutants from entering the environment or sharply reduces the amount emitted or discharged. In this preventive approach taxes, incentives, or other economic devices are used to make the resource inputs of a process so expensive that these resources will be used more efficiently, thus decreasing the output of waste material. The other is a «treat-the-disease» or output pollution control approach that deals with wastes after they have been produced. The three major methods of output control are:

1) cleaning up polluted air, water, or land by reducing pollutants to harmless levels or by converting them to harmless or less harmful substances,

2) disposing of harmful wastes by burning them, dumping them in the air or water in the hope that they will be diluted to harmless levels, or burying them in the ground and hoping they will remain there,

3) recycling or reusing matter output from human activities.

Контроль загрязнения

Некоторые страны, особенно класса MDCs, например Соединенные Штаты, достигли успехов в контроле определенных видов загрязнения. Имеются два существенно отличных подхода к проблеме контроля загрязнения. Превентивный контроль загрязнения предотвращает саму возможность внесения потенциально загрязняющих веществ в окружающую среду или резко уменьшает количество выделяемого загрязнения. Превентивный метод предусматривает использование налогов, материальных стимулов или других экономических механизмов, чтобы сделать процесс ввода в эксплуатацию ресурсов как можно более дорогим с целью более эффективного использования этих ресурсов, уменьшая таким образом количество отходов. Второй метод — так называемый метод лечения болезни, или контроль уже произведенного загрязнения. Этот метод используется при работе с уже готовыми отходами. Три главных способа по контролю устранения загрязнений:

1) очистка загрязненного воздуха, воды или земли, когда загрязняющие вещества доводятся до безопасного уровня либо перерабатываются в безопасные или менее вредные вещества;

2) ликвидация вредных отходов путем сжигания и развеивания их в воздухе или растворения в воде с целью разбавления их до безопасного уровня; или закапывание их в землю в надежде, что они останутся там;

3) рециркуляция или многократное использование продуктов деятельности человека.

Контроль забруднення

Деякі країни, особливо класу MDCs, наприклад Сполучені Штати, досягли успіхів щодо контролю певних видів забруднення. Існують два істотно відмінні підходи до проблеми контролю забруднення. Превентивний контроль забруднення запобігає самій можливості внесення потенційних забруднювальних речовин у навколишнє середовище чи різко зменшує кількість забруднення, що виділяється. Превентивний метод передбачає застосування податків, матеріальних стимулів чи інших економічних механізмів, щоб зробити процес уведення в експлуатацію ресурсів якнайдорожчим з метою ефективнішого використання цих ресурсів, зменшуючи в такий спосіб відходи. Другий метод — так званий метод лікування хвороби, чи контроль забруднення, яке вже сталося. Цей метод використовується під час роботи з уже готовими відходами. Три основні методи контролю знешкодження забруднень:

1) очищення забрудненого повітря, води чи землі від забруднювальних речовин, коли забруднювальні речовини доводяться до безпечного рівня або переробляються у безпечні чи менш шкідливі речовини;

2) ліквідація шкідливих відходів спалюванням і розвіюванням їх у повітрі чи розчиненням у воді з метою розведення їх до безпечного рівня; чи закопування їх у землю в надії, що вони залишаться там;

3) рециркуляція чи багаторазове використання продуктів діяльності людини.

1-4. RELATIONSHIPS AMONG POPULATION, RESOURCE USE, TECHNOLOGY, ENVIRONMENTAL DEGRADATION, AND POLLUTION

The Roots of Environmental Degradation and Pollution

What causes most environmental degradation and pollution? The obvious answer is people trying either to survive or to make short-term profits. We could conclude that most forms of pollution and environmental degradation tend to increase with population growth, but the real situation is not that simple because pollution and environmental degradation vary with the technological methods and the types of resources people use. According to one simple model, the total environmental degradation and pollution or environmental impact of population in a given area depends upon three factors: the number of people, the

1-4. ВЗАИМОСВЯЗЬ НАСЕЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕСУРСОВ, ТЕХНОЛОГИЙ, РАЗРУШЕНИЕМ И ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Корни разрушения и загрязнения окружающей среды

Что более всего влияет на разрушение окружающей среды и ее загрязнение? Очевидный ответ — люди, которые пытаются выжить или получить кратковременную прибыль. Можно сделать вывод, что большинство форм загрязнения и разрушения окружающей среды имеет тенденцию увеличиваться с приростом населения, но реальное положение дел не такое простое, потому что загрязнение и разрушение окружающей среды изменяется вместе с технологическими методами и видами ресурсов, используемыми людьми. Согласно одной простой модели полное разрушение окружающей среды и ее загрязнение как следствие воздействия на окружающую среду человека в конкретной области за-

1-4. ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК НАСЕЛЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕСУРСІВ, ТЕХНОЛОГІЙ, РУЙНУВАННЯМ ТА ЗАБРУДНЕННЯМ ДОВКІЛЛЯ

Корені руйнування та забруднення довкілля

Що найбільше впливає на руйнування навколишнього середовища і його забруднення? Очевидна відповідь — люди, котрі намагаються вижити чи отримати короткочасний прибуток. Можна зробити висновок, що більшість форм забруднення і руйнування навколишнього середовища має тенденцію до збільшення з приростом населення, але реальний стан справ не такий простий, тому що забруднення і руйнування навколишнього середовища змінюється разом із технологічними методами і видами ресурсів, що використовуються людьми. Згідно з однією простою моделлю повне руйнування довкілля і його забруднення як наслідок дії на навколишнє середовище

Practice Test

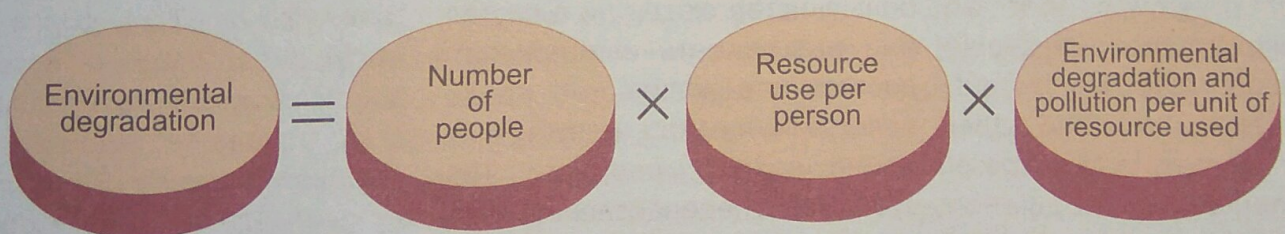


Figure 1-7

Simplified model of how three factors affect overall environmental degradation and pollution or environmental impact

Дайте оцінку пропонуваній моделі впливу на довкілля

Дайте оцінку пропонуваній моделі впливу на довкілля

amount of resources each person uses, the environmental degradation and pollution resulting from each unit of resource used (Figure 1-7).

Two Types of Overpopulation

In general, overpopulation occurs when the people in a country, a region, or the world are using nonrenewable and renewable resources to such an extent that the resulting degradation or depletion of the resource base and pollution of the air, water, and soil are impairing their life-support systems. Differences in the relative importance of each factor in the model shown in Figure 1-10 have been used to distinguish between two types of overpopulation (Figure 1-8). The type known as *people overpopulation* exists where there are more people than the available supplies of food, water, and other vital resources can support, or where the rate of population growth so exceeds the rate of economic growth that an increasing number of people are too poor to grow or buy sufficient food, fuel, and other vital resources. In this type of overpopulation, population size and the resulting environmental degradation of potentially renewable soil, grasslands, forests, and fisheries tend to be the most important factors determining the total environmental impact. In the

висит от трех факторов: количества людей, количества использованных ресурсов на каждого человека и разрушения и загрязнения окружающей среды как результата использования каждой единицы используемого ресурса (рис. 1-7).

Два вида перенаселения

Перенаселение происходит тогда, когда люди в стране, области (регионе) или мире используют невозобновляемые и возобновляемые ресурсы до такой степени, что разложение или истощение основных ресурсов и загрязнение воздуха, воды и почвы ослабляют их системы жизнеобеспечения. Различия в относительной важности каждого фактора в модели (рис. 1-10) использовались для того, чтобы разграничить два вида перенаселения (рис. 1-8). *Первый тип перенаселения* — это ситуация, когда количество людей не соответствует поддерживаемому уровню доступных запасов продовольствия, воды и других жизненно важных ресурсов. Возможна также ситуация, когда темпы прироста населения настолько превышают уровень экономического роста, что большинство людей не в состоянии выращивать или покупать достаточное количество продовольствия, топлива и других жизненно важных ресурсов. При этом виде перенаселения количество населения и результат его жизнедеятельности — разрушение окружающей среды, потенциально возобновляемой почвы, полей, лесов и рыбной ловли — имеют тенденцию стать наиболее важными факторами, определя-

людини в конкретній сфері залежить від трьох чинників: кількості людей, кількості використаних ресурсів на кожну людину та руйнування і забруднення довкілля як результату використання кожної одиниці використаного ресурсу (рис. 1-7).

Два види перенаселення

Перенаселення відбувається тоді, коли люди в країні, області (регіоні) чи в усьому світі використовують непоновлювані і поновлювані ресурси до такої міри, що розкладання чи виснаження основних ресурсів і забруднення повітря, води та ґрунту ослаблюють системи їхнього життєзабезпечення. Відмінності щодо важливості кожного чинника в моделі (рис. 1-10) використовувалися для того, щоб вирізнити два види перенаселення (рис. 1-8). *Перший тип перенаселення* — це ситуація, коли кількість людей не відповідає підтримуваному рівню доступних запасів продовольства, води та інших життєво важливих ресурсів. Можлива також ситуація, коли темпи приросту населення настільки перевищують рівень економічного зростання, що більшість людей не в змозі вирощувати чи купувати достатню кількість продовольства, палива та інших життєво важливих ресурсів. За цього виду перенаселення кількість населення і результат його життєдіяльності — руйнування навколишнього середовища, потенціально поновлюваного ґрунту, полів, лісів і риболовлі — мають тенденцію стати найважливішими чинниками, що визна-

Practice Test

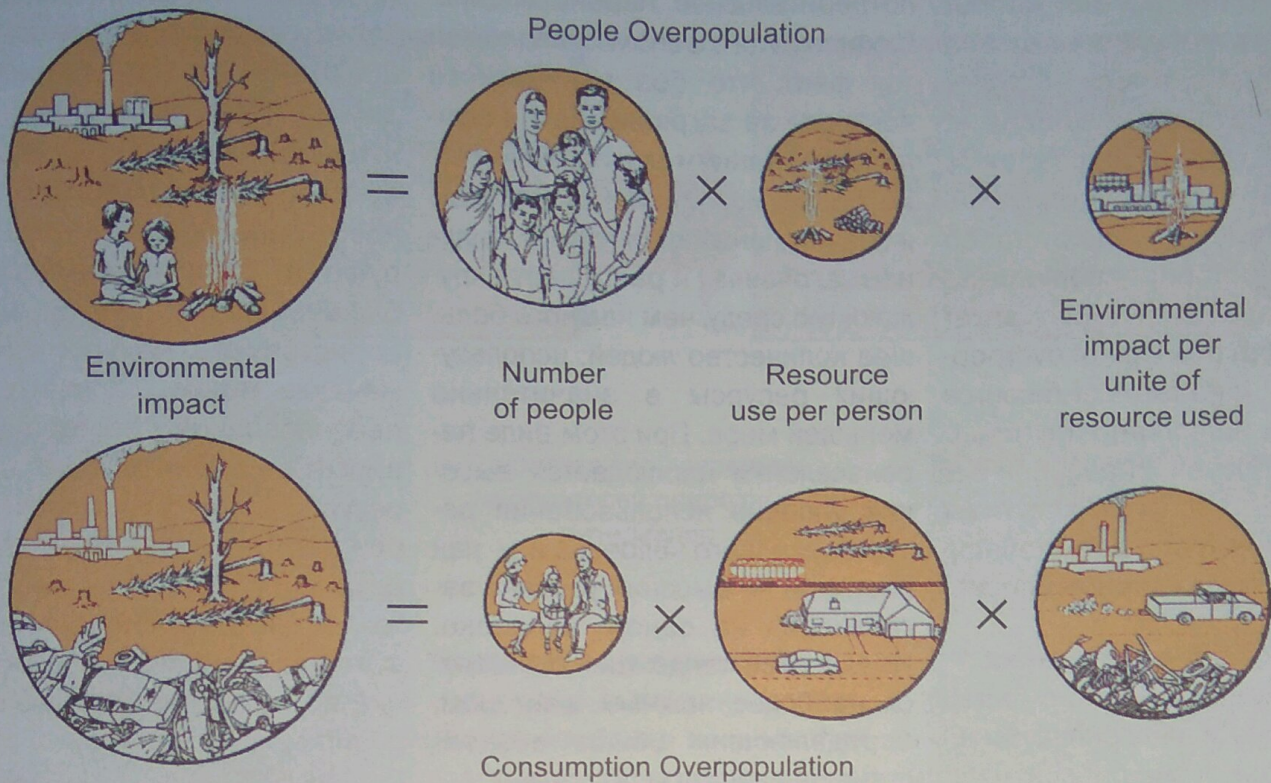


Figure 1-8

Two types of overpopulation based on the relative importance of the factors in the model shown in Figure 1-7

Опишите предложенную схему, используя ключевые тематические слова и выражения

Опишіть пропоновану схему, використовуючи ключові тематичні слова і вислови

world's poorest LDCs, people overpopulation results in premature death for 12 million to 20 million. Human beings each year and bare subsistence for hundreds of millions more a situation that many fear will worsen unless population growth is brought under control arid improved resource management is used to restore degraded renewable resource bases. Affluent and technologically advanced countries such as the United States and Japan are said by some to have a *second type* of overpopulation, known as con-

ющими общее воздействие на окружающую среду. В беднейших странах класса LDCs перенаселение приводит к преждевременной смерти 12—20 млн людей. Убогое существование для сотен миллионов — это ситуация, при которой страх будет усугубляться до тех пор, пока не установится контроль над приростом населения, и модернизированное управление ресурсами будет использовано, чтобы приостановить разрушение возобновляемых ресурсных баз. Богатые и технологически развитые страны, такие как Соединенные Штаты и Япония, имеют *второй тип*

чають загальний вплив на навколишнє середовище. У найбідніших країнах класу LDCs перенаселення призводить до передчасної смерті 12—20 млн людей. Злиденне існування сотень мільйонів людей — це ситуація, коли страх зростатиме до тих, поки не буде встановлено контроль над приростом населення і модернізоване керування ресурсами буде використане для призупинення руйнування поновлюваних базових ресурсів. Багаті і технологічно розвинуті країни, такі як Сполучені Штати і Японія, мають *другий тип перенаселення*, відомий як

sumption overpopulation. It is based on the fact that without adequate pollution and land use controls, a small number of people using resources at a high rate produces more pollution and environmental degradation than a much larger number of people using resources at a much lower rate. With this type of overpopulation, high rates of resource use per person and the resulting high levels of pollution per person tend to be the most important factors determining overall environmental impact.

In countries said to have consumption overpopulation, relatively few people face starvation. Instead, unless such countries devote a growing fraction of their GNP to pollution and land use control, many people face illness or premature death over the long-term from contaminated air and water and increasingly degraded croplands, grazing lands, and forests. Such countries, sometimes referred to as overdeveloped countries or ODCs, are accused of hastening the depletion of many of the world's vital resources through a throwaway lifestyle based on unnecessary resource waste—thus helping make many of today's LDCs never-to-be-developed countries (Figure 1-6).

перенаселения, известный как потребительское перенаселение. В основу этого феномена положен тот факт, что без адекватного контроля за загрязнением и землепользованием малое количество людей, использующих ресурсы в значительных количествах, сильнее загрязняет и разрушает окружающую среду, чем намного большее количество людей, использующих ресурсы в значительно меньшей мере. При этом виде перенаселения наблюдается высокий уровень использования ресурса на одного человека и — как результат — высокий уровень загрязнения на одного человека. Имеющаяся тенденция становится наиболее важным фактором, определяющим общее воздействие на окружающую среду.

В странах с потребительским перенаселением голодают относительно немногие люди. Если такие страны не будут использовать постоянно возрастающую долю их GNP в борьбе с загрязнением и для контроля за землепользованием, многие люди предстанут перед лицом болезни или преждевременной смерти из-за длительного загрязнения воздуха, воды и продолжающегося разрушения пахотных земель, пастбищ и лесов. Такие страны иногда упоминаются как сверхразвитые страны, или ODCs. Их обвиняют в ускорении истощения многих из мировых жизненно важных ресурсов из-за расточительности, основанной на чрезмерной трате ресурсов; такое расточительство «помогает» многим из сегодняшних стран класса LDCs никогда не стать развитыми странами (рис. 1-6).

споживче перенаселення. В основу цього феномену покладено той факт, що без адекватного контролю за забрудненням і землекористуванням невелика кількість людей, що використовують ресурси в значній кількості, сильніше забруднюють і руйнують довкілля, ніж набагато більша кількість людей, які використовують ресурси значно меншою мірою. За цього виду перенаселення спостерігається високий рівень використання ресурсу на одну людину і — як результат — високий рівень забруднення на одну людину. Така тенденція стає найважливішим фактором, що визначає загальний вплив на навколишнє середовище.

У країнах зі споживчим перенаселенням голодує відносно небагато людей. Якщо такі країни не будуть використовувати зростаючу частку їх GNP у боротьбі з забрудненням і для контролю за землекористуванням, багато людей стануть перед лицем хвороби чи передчасної смерті через тривале забруднення повітря, води і руйнування орних земель, пасовищ та лісів. Такі країни іноді згадуються як надрозвинуті країни, чи ODCs. Їх обвинувачують у прискоренні виснаження багатьох зі світових життєво важливих ресурсів через марнотратний спосіб існування, заснований на надмірній витраті ресурсів; це марнотратство «допомагає» багатьом із сьогоднішніх країн класу LDCs ніколи не стати розвинутими країнами (рис. 1-6).

Practice Test

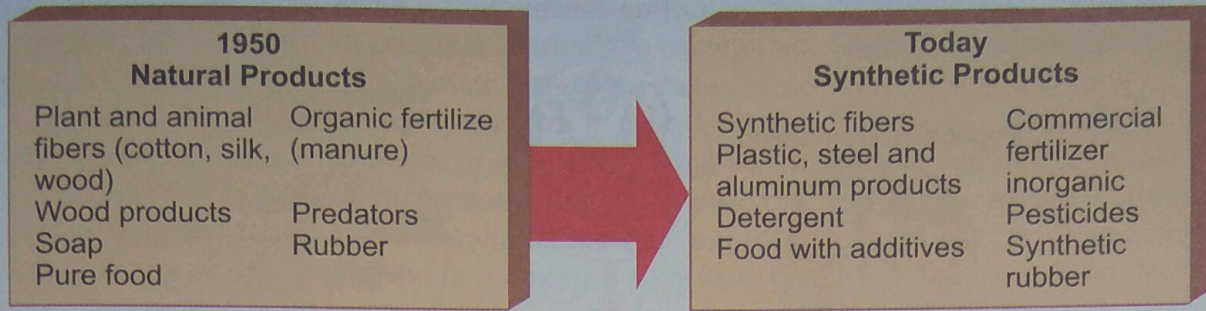


Figure 1-9

Some synthetic products substituted for natural products. In industrialized countries since 1950

Составьте свой перечень заменителей природных материалов

Складіть свій перелік замінників природних матеріалів

Is Technology the Culprit?

Some analysts argue that the most important factor in the model presented in Figure 1-7 is the pollution per unit of resource used. They suggest that the introduction of environmentally harmful technologies since World War II has become the major cause of pollution in industrialized, affluent countries. These countries have shifted much of their production and consumption from natural materials that can be broken down, diluted, or absorbed by natural processes to synthetic products that are either slowly biodegraded or not biodegraded by natural processes (Figure 1-9). Others argue that this is an oversimplification. While technological developments such as the automobile and phosphate detergents create new environmental problems or aggravate existing ones, other technological developments

Винувата ли технология?

Некоторые аналитики доказывают, что наиболее важным фактором в модели, представленной на рис. 1-7, является степень загрязнения на единицу используемого ресурса. Одни предполагают, что внедрение вредных технологий начиная со Второй мировой войны стало главной причиной загрязнения в промышленно развитых странах. Эти страны многое взяли для производства товаров потребления из природных материалов, которые могут быть разрушены, разбавлены или поглощены вследствие естественных процессов, и создали синтетические изделия, которые медленно разлагаются при помощи биопроцессов или совсем не разлагаются (рис. 1-9). Другие доказывают, что это — упрощение. В то время как технологические изобретения, например автомобильные и фосфатные детергенты, создают новые проблемы для окружающей среды или ухудшают уже существующие, другие технологи-

Чи винна технологія?

Деякі аналітики вважають, що найважливішим чинником у моделі, поданій на рис. 1-7, є величина забруднення на одиницю використаного ресурсу. Вони припускають, що запровадження шкідливих технологій починаючи з Другої світової війни стало головною причиною забруднення у промислово розвинутих країнах. Ці країни багато чого взяли для виробництва товарів споживання з природних матеріалів, які можуть бути зруйновані, розчинені чи поглинуті внаслідок природних процесів, і створили синтетичні вироби, які повільно розкладаються під впливом біопроцесів чи зовсім не розкладаються (рис. 1-9). Інші аналітики доводять, що це — спрощений погляд. Тим часом як технологічні винаходи, наприклад автомобільні і фосфатні детергенти, створюють нові проблеми для навколишнього середовища чи погіршують уже існуючі, інші технологічні винаходи

Practice Test

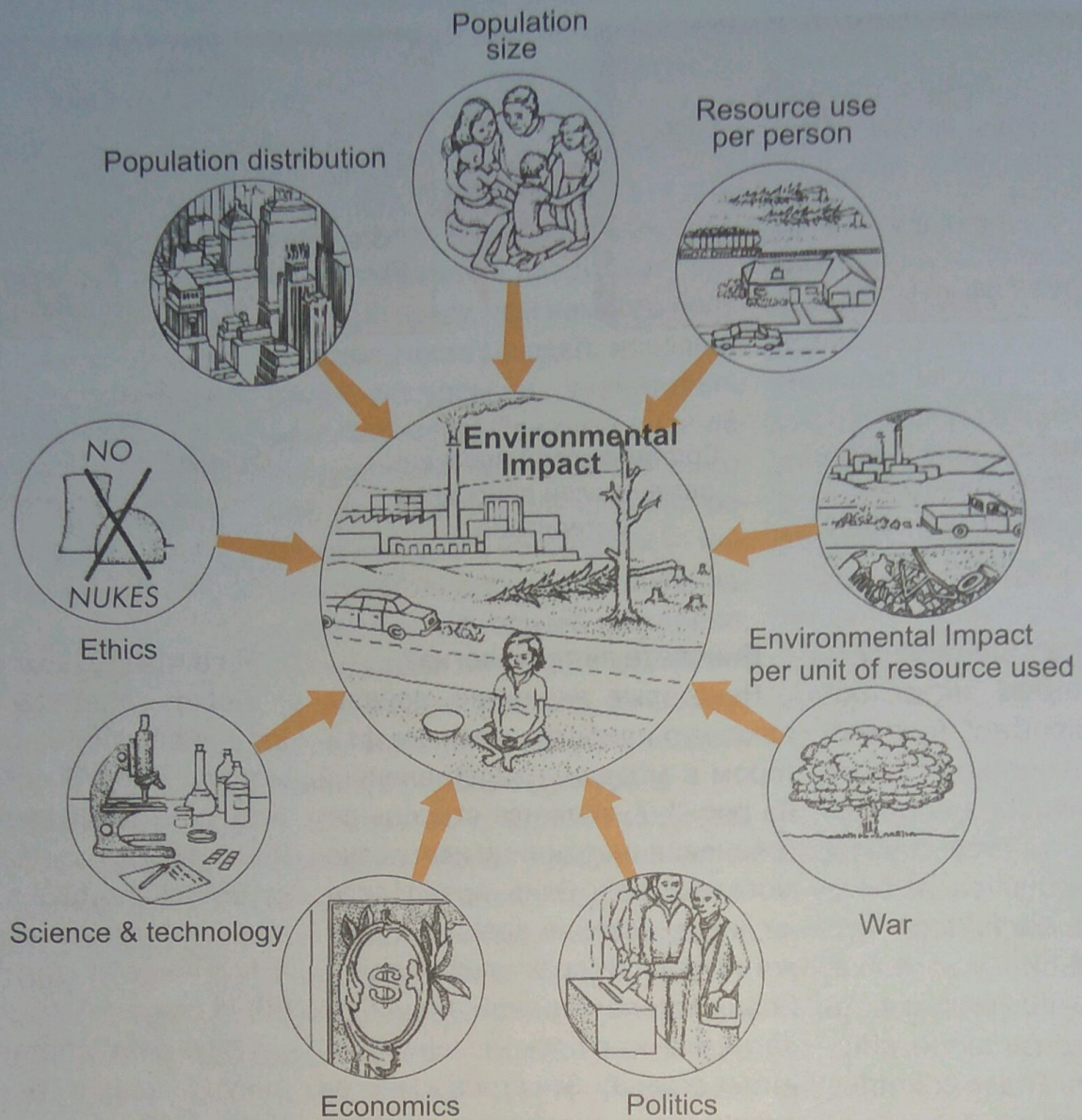


Figure 1-10

Environmental problems are caused by a complex, poorly understood mix of interacting factors, as illustrated by this greatly simplified multiple-factor model

Используя предложенную схему и ключевые тематические слова и выражения, составьте доклад по теме «Человек и его взаимодействие с окружающей средой»

Використовуючи пропоновану схему і ключові тематичні слова та вирази, складіть доповідь із теми «Людина і її взаємодія з довкіллям»

can help solve various environmental and resource problems. For example, substitutes have been developed for many scarce resources (light bulbs have replaced whale oil in lamps, thus helping protect the world's rapidly diminishing

ческие изобретения могут помочь решить различные проблемы окружающей среды и ресурсов. Например, были созданы заменители для многих ограниченных ресурсов (электролампочки заменили китовый жир в лампах и таким образом защитили быст-

можуть допомогти вирішити різні проблеми навколишнього середовища і ресурсів. Наприклад, було створено замітники для багатьох обмежених ресурсів (електричні лампочки замінили китовий жир у лампах, сприяючи таким чином захисту

supply of whales from extinction). Unnecessary resource waste has been reduced. For example, more of the branches, trunks, and other woody parts of trees are now used, and more energy is recovered from a ton of coal than in the past. Processes to control and clean up many forms of pollution have been developed.

Most analysts agree that our problem and challenge is not to eliminate technology but to decide how to use it more carefully and humanely. One major attempt to use technology wisely is the increased global emphasis on using appropriate technology. Appropriate technology is usually small, simple, decentralized, and inexpensive to build and maintain, and it usually utilizes locally available materials and labor. The use of huge tractors to plow fields in a poor rural village in India is often cited as an example of inappropriate and destructive technology. In such villages the most plentiful resource is people-willing and needing to work on farms. The tractor deprives these people of their only means of survival and forces them to migrate to already overpopulated cities, looking for nonexistent jobs. The wealthier farmers who remain become dependent on industrialized countries for expensive gasoline and parts and find the tractor too complex to be repaired by untrained local people. Instead of a large tractor, an appropriate tech-

ро сокращающуюся мировую популяцию китов от истребления). Была остановлена ненужная трата ресурса. Например, теперь используется большее количество ветвей, стволов и других частей дерева, и большее количество энергии получают из тонны угля. Были созданы новые системы контроля и очистки многих форм загрязнения.

Большинство аналитиков соглашается, что наша проблема состоит в том, что мы должны не отвергать технологию, а решить, как использовать ее более осторожно и гуманно. Первая попытка мудро использовать технологию — усилить глобальный акцент при использовании соответствующей технологии. Соответствующая технология обычно не громоздкая, простая, децентрализованная и недорогая при строительстве и в обслуживании, и эта технология обычно используется в местном масштабе с доступными материалами и рабочей силой. Применение огромных тракторов для вспашки поля в бедной индийской деревне часто приводится как пример несоответствующей и разрушительной технологии. В таких деревнях наиболее многочисленным ресурсом являются люди, нуждающиеся в работе на фермах. Трактор лишает этих людей их единственного средства выживания и вынуждает мигрировать в уже перенаселенные города в поисках несуществующих рабочих мест. Более состоятельные фермеры из тех, кто остался, становятся зависимыми от промышленных стран, дорогого бензина и запасных частей; они считают трактор слишком слож-

світової популяції китів, що швидко зменшувалась, від знищення). Було зупинено зайве витрачання ресурсу. Наприклад, тепер використовується більша кількість гілок, стовбурів та інших частин дерева, і більшу кількість енергії одержують із тонни вугілля. Були створені нові системи контролю й очищення багатьох форм забруднення.

Більшість аналітиків погоджується, що нашою проблемою є не заперечення технології, а вирішення, як використати її більш обережно і гуманно. Перша спроба мудро використати технологію — посилити глобальний акцент під час використання відповідної технології. Відповідна технологія зазвичай не громіздка, проста, децентралізована і недорога в процесі будівництва та обслуговування, і ця технологія використовується в місцевому масштабі з доступними матеріалами та робочою силою. Застосування величезних тракторів для оранки поля в бідному індійському селі — це приклад невідповідної і руйнівної технології. У таких селах найчисленнішим ресурсом є люди, які бажають працювати на фермах. Трактор позбавляє цих людей їхнього єдиного засобу виживання і змушує мігрувати в уже перенаселені міста у пошуках неіснуючих робочих місць. Більш заможні фермери стають залежними від промислових країн, дорогого бензину і запасних частин; вони вважають трактор занадто складним, щоб його змогли відремонтувати не навчені місцеві жителі. Замість великого трактора за відпо-

nology would be a well-designed metal plow, made and repaired by a local blacksmith and pulled by locally available draft animals such as oxen or water buffaloes. Supporters of appropriate technology recognize that it is not a cure for all our environmental problems but believe that its increasing use is an encouraging trend that should be nurtured.

Other Factors. The four-factor model shown in Figure 1-7, though useful, is far too simple. The actual situation is much more complex: an interacting mix of problems and contributing factors shown in simplified form in Figure 1-10. For example, pollution and environmental degradation are intensified not only by population size but also by population distribution.

The most severe air and water pollution problems usually occur when large numbers of people are concentrated in urban areas. Conversely, spreading people out can have a devastating effect on potentially renewable soil, forest, grassland, and recreational resources. War also has a devastating environmental impact.

ным, чтобы его могли отремонтировать необученные местные жители. Вместо большого трактора при соответствующей технологии целесообразнее использовать хорошо сконструированный металлический плуг, сделанный и восстановленный местным кузнецом, а в качестве тягловой силы целесообразно использовать доступных здесь тягловых животных, таких как вол или буйвол. Сторонники соответствующей технологии признают, что эта технология — не панацея от всех наших проблем, касающихся окружающей среды, но полагают, что все увеличивающееся использование соответствующих технологий — положительная тенденция, которую нужно поддерживать.

Теперь о других факторах. Модель четырех факторов, показанная на рис. 1-7, хоть и полезна, но является слишком простой. В действительности ситуация намного сложнее — интерактивный комплекс проблем и благоприятных факторов изображен в упрощенной форме на рис. 1-10. Например, загрязнение и разрушение окружающей среды усиливается не только из-за количества населения, но также из-за его миграции.

Наиболее серьезные проблемы загрязнения воздуха и воды обычно происходят, когда большие количества людей сконцентрированы в городских районах. И наоборот, рассредоточение людей может оказать разрушительное воздействие на потенциально возобновляемую почву, лес, поле и региональные ресурсы. Война также оказывает разрушительное воздействие на окружающую среду.

відної технології добре підійшов би вдало сконструйований металевий плуг, зроблений і відновлений місцевим ковалем. Як тяглову силу доцільно було б використовувати доступних тут тяглових тварин, таких як віл чи буйвіл. Прихильники відповідної технології визнають, що ця технологія — не панацея від усіх наших проблем, які стосуються навколишнього середовища, і вважають, що дедалі частіше використання відповідних технологій — позитивна тенденція, яку потрібно підтримувати.

Тепер про інші фактори. Модель чотирьох факторів (рис. 1-7), хоч і корисна, але занадто проста. Насправді ситуація набагато складніша — інтерактивний комплекс проблем і сприятливих факторів показано у спрощеній формі на рис. 1-10. Наприклад, забруднення і руйнування навколишнього середовища збільшується не тільки внаслідок зростання кількості населення, а також через його міграцію.

Найбільш серйозні проблеми забруднення повітря і води зазвичай трапляються, коли велика кількість людей сконцентрована в міських районах. І навпаки, розосередження людей може мати руйнівний вплив на потенційно поновлюваний ґрунт, ліс, поле і регіональні ресурси. Війна також завдає руйнівного впливу на навколишнє середовище.

Economic, political, and ethical factors are also involved. We can manipulate the economic system to control pollution, environmental degradation, and resource waste by making it unprofitable (in free-market economies) or illegal (in centrally controlled economies) to engage in such practices. We can use the political process to enact and enforce pollution control and land use control laws. However, such economic and political efforts will not be undertaken until an informed and politically active segment of the population (probably 5 % to 10 %) in countries with free elections and the leaders in other countries. Realize that it is both unwise and unethical to abuse the world's life-support systems for short-term economic gain.

Подключаются также экономические, политические и этические факторы. Мы можем манипулировать экономической системой, чтобы управлять загрязнением, разрушением окружающей среды и использованием ресурса, делая этот ресурс нерентабельным при рыночной экономике или запрещенным при плановой экономике. Мы можем использовать политический процесс, чтобы лоббировать закон о контроле использования земли и потребовать ведения борьбы с загрязнением. Однако такие экономические и политические усилия не будут поддержаны до тех пор, пока информированная и политически активная часть населения (предположительно 5 % к 10 %) в странах со свободными выборами не проголосует за них и лидеры других стран не поддержат такие законы. Необходимо осознать, что злоупотребление мировыми системами жизнеобеспечения для кратковременной экономической выгоды — это неблагоразумно и неэтично.

Залучаються також економічні, політичні й етичні чинники. Ми можемо маніпулювати економічною системою, щоб керувати забрудненням, руйнуванням навколишнього середовища і використанням ресурсу, роблячи цей ресурс нерентабельним за ринкової економіки чи забороненим за планової економіки. Ми можемо використати політичний процес, щоб лобіювати закон про контроль використання землі і вимагати проведення боротьби з забрудненням. Однак такі економічні і політичні зусилля не будуть підтримані доти, доки інформована і політично активна частина населення (імовірно 5 % до 10 %) у країнах з вільними виборами не проголосує за них і лідери в інших країнах не підтримають такі закони. Необхідно усвідомити, що зловживання світовими системами життєзабезпечення для короткочасної економічної вигоди — це нерозсудливо і неетично.

CTS credit

Part two

MATTER AND ENERGY RESOURCES: TYPES AND CONCEPTS

The laws of thermodynamics control the rise and fall of political systems, the freedom or bondage of nations, the movements of commerce and industry, the origins of wealth and poverty, and the general physical welfare of the human race.

*Frederick Soddy,
Nobel laureate, chemistry*

This book, your hand, the water you drink, and the air you breathe are all samples of **matter** — the stuff all things are made of. The light and heat streaming from a burning lump of coal and the force you must use to lift this book are examples of **energy** — what you and all living things use to move matter around, change its form, or cause a heat transfer between two objects at different temperatures. All transformations of matter and energy from one form to another are governed by certain natural or physical scientific laws, which, unlike the social law people enact, cannot be broken. This chapter begins our study of basic concepts with a look at the major types of matter and energy and the scientific laws governing all changes of matter and energy from one form to another. These laws are used throughout this book to help you understand many environmental problems.

Эта книга, ваша рука, вода, которую вы пьете, и воздух, которым вы дышите, — это все примеры **материи**, материала, из которого сделаны все вещи. Свет и тепло, струящиеся от горящей глыбы угля, и сила, которую вы должны использовать, чтобы поднять эту книгу, все это — примеры **энергии**, которую используете вы и все живые существа, чтобы переместить материю, изменить ее форму или вызвать теплопередачу между двумя объектами при разности температуры. Все преобразования материи и энергии из одной формы в другую управляются в соответствии с определенными природными или физическими научными законами, которые, в отличие от социальных законов человеческого общества, объективны и не могут быть нарушены. С этой главы начинается наше изучение базовых концепций, ознакомление с основными видами материи и энергии, а также научных законов, управляющих всеми переходами материи и энергии из одной формы в другую. Именно эти законы все время используются в данной книге, с тем чтобы помочь вам понять множество проблем окружающей среды.

Ця книга, ваша рука, вода, яку ви п'єте, і повітря, яким ви дихаєте, — це все приклади **матерії**, матеріалу, з якого зроблено всі речі. Світло і тепло, що струменіють від палаючого вугілля, і сила, яку ви повинні прикласти, щоб підняти цю книжку, все це — приклади **енергії**, яку використовуєте ви і всі живі істоти, щоб перемістити матерію, змінити її форму чи викликати теплопередачу між двома об'єктами за різниці температури. Усі перетворення матерії й енергії з однієї форми на іншу керуються відповідно до визначених природних чи фізичних наукових законів, що, на відміну від соціальних законів людського суспільства, об'єктивні і не можуть бути порушені. З цього розділу починається наше вивчення базових концепцій, ознайомлення з основними видами матерії й енергії, а також наукових законів, що керують усіма змінами матерії й енергії під час переходу з однієї форми в іншу. Саме ці закони весь час розглядаються в даній книжці, для того щоб допомогти вам усвідомити безліч проблем навколишнього середовища.

2-1. MATTER: FORMS AND STRUCTURE

Physical and Chemical Forms of Matter

Anything that has mass (or weight) on the earth's surface and takes up space is **matter**. This section is devoted to a discussion of the three lowest levels of organization of matter — subatomic particles, atoms, and molecules — that make up the basic components of all higher levels. Any matter, such as water, can be found in three *physical forms*: solid (ice), liquid (liquid water), and gas (water vapor). All matter also consists of *chemical forms*: elements, compounds, or mixtures of elements and compounds. Any element or compound needed in large or small amounts for the survival, growth, and reproduction of a plant or animal is called a *nutrient*.

Elements

Distinctive forms of matter, which make up every material substance, are known as **elements**. Examples of these basic building blocks of all matter include hydrogen (represented by the symbol H), carbon (C), oxygen (O), nitrogen (N), phosphorus (P), sulfur (S), chlorine (Cl), sodium (Na), and uranium (U). All elements are composed of an incredibly large number of distinctive types of minute particle called **atoms**. Some elements, such as the nitrogen and oxygen

2-1. МАТЕРИЯ: ФОРМЫ И СТРУКТУРА

Физические и химические формы материи

Что-либо, имеющее массу (или вес) на поверхности земли и занимающее пространство, является **материей**. Этот раздел посвящен обсуждению трех самых низких уровней организации, то есть вопросу субатомных частиц, атомов и молекул, которые и являются основными компонентами всех более высоких уровней материи. Любая материя, например вода, может существовать в трех *физических формах*: твердой (лед), жидкой (вода) и в газообразной (водяной пар). Вся материя состоит из *химических форм*: элементов, соединений или смеси элементов и соединений. Любой элемент или соединение, необходимые в больших или малых количествах для выживания, роста и воспроизводства растения или животного, называется **питательным веществом**.

Элементы

Отличительные формы материи, которые и составляют каждую материальную субстанцию, известны как **элементы**. Примером этих основных строительных блоков любой материи являются водород (представленный символом H), углерод (C), кислород (O), азот (N), фосфор (P), сера (S), хлор (Cl), натрий (Na) и уран (U). Все элементы составлены из невероятно большого количества разнообразных мельчайших частиц, называемых **атомами**. Отдельные элементы, такие как азот и газообразный кислород, состав-

2.1. МАТЕРІЯ: ФОРМИ І СТРУКТУРА

Фізичні й хімічні форми матерії

Будь-що, що має масу (чи вагу) на поверхні землі і займає простір, є **матерією**. Цей розділ присвячений обговоренню трьох найнижчих рівнів організації, тобто питанню субатомних часток, атомів і молекул, що і є основними компонентами всіх більш високих рівнів матерії. Будь-яка матерія, наприклад вода, може існувати в трьох *фізичних формах*: твердій (лід), у формі рідини (вода) і в газоподібній формі (водяна пара). Уся матерія складається з *хімічних форм*: елементів, сполук чи суміші елементів і сполук. Будь-який елемент чи сполука, необхідні у великих чи малих кількостях для виживання, росту або відтворення рослини чи тварини, називається **живильною речовиною**.

Елементи

Відмітні форми матерії, що складають кожную матеріальну субстанцію, відомі як **елементи**. Прикладом цих основних будівельних блоків будь-якої матерії є гідроген (представлений символом H), карбон (C), оксиген (O), нітроген (N), фосфор (P), сульфур (S), хлор (Cl), натрій (Na) і уран (U). Усі елементи складено з неймовірно великої кількості різноманітних дрібних часток, які називаються **атомами**. Окремі елементи, такі як нітроген і газоподібний оксиген, становлять приблизно 99 % від обсягу

gases making up about 99 % of the volume of air we breathe, consist of **molecules** formed when two or more atoms of the same element combine in fixed proportions. For example, two atoms of nitrogen (N) can combine to

ляють приблизительно 99 % объема воздуха, который мы вдыхаем; он состоит из **молекул**, образовавшихся, когда два или более атомов одного и того же элемента объединились в определенных пропорциях. Например, два атома азота (N) могут объединяться

повітря, що ми вдихаємо; воно складається з **молекул**, які утворюються тоді, коли два чи більше атомів того самого елемента поєднуються у певних пропорціях. Наприклад, два атоми нітрогену (N) можуть поєднуватися для створення молекули

Practice Test

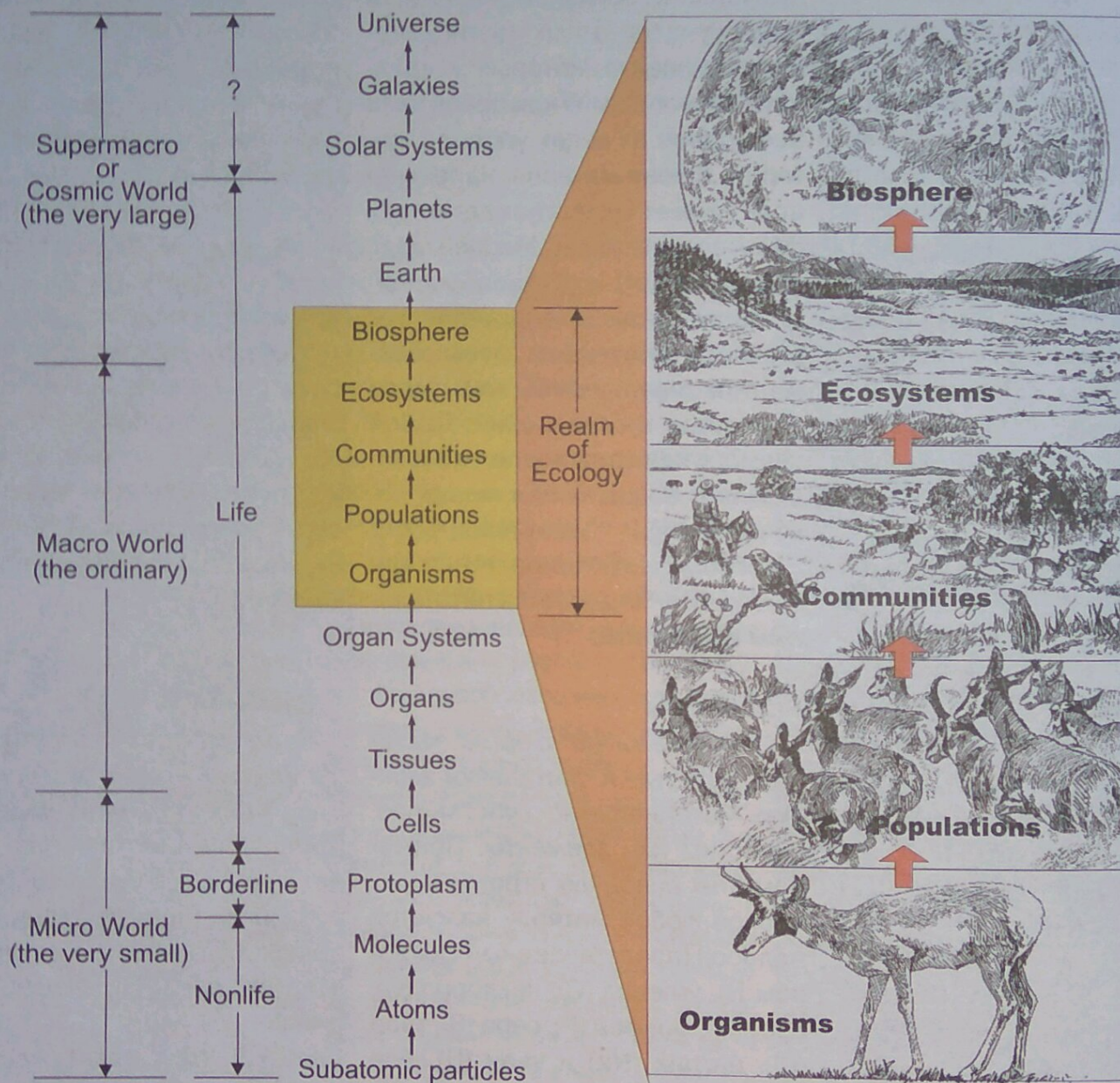


Figure 2-1

Levels of organization of matter

Разработайте графическое изображение на тему «Физические и химические формы материи»

Розробіть графічне зображення на тему «Фізичні і хімічні форми матерії»

form a nitrogen molecule with the shorthand chemical formula N_2 (read as «N-two»), where the subscript following the symbol for an element indicates the number of atoms of that element in a molecule. Similarly, most of the oxygen gas in the atmosphere exists as O_2 molecules, although a small amount found mostly in the upper atmosphere (stratosphere) exists as ozone molecules with the formula O_3 .

All atoms in turn are made up of even smaller **subatomic particles**: protons, neutrons, and electrons. Each atom of an element has a characteristic internal structure consisting of a tiny center, or **nucleus**, containing a certain number of positively charged **protons** (represented by the symbol p) and uncharged **neutrons** (n), and one or more negatively charged **electron** (e) whizzing around somewhere outside the nucleus. Each atom of the same element always has the same number of positively charged protons inside its nucleus and an equal number of negatively charged electrons outside its nucleus so that the atom as a whole has no net electrical charge. For example, each atom of the lightest element, hydrogen (H), has one positively charged proton in its nucleus and one negatively charged electron outside. Each atom of a much heavier element, uranium (U), has 92 protons and 92 electrons (Figure 2-2).

Because an electron has an almost negligible mass (or

для образования молекулы азота, и формула химического вещества читается как N_2 ; нижний индекс после символа элемента указывает на число атомов этого элемента в данной молекуле. Точно так же газообразный кислород существует в атмосфере в виде молекулы O_2 , хотя небольшое количество кислорода, главным образом в верхних слоях атмосферы (стратосфера), существует как молекулы озона с формулой O_3 .

Все атомы, в свою очередь, состоят из еще меньших **субатомных частиц**: протонов, нейтронов и электронов. Каждый атом элемента имеет характерную внутреннюю структуру: крошечный центр, или **ядро**, которое содержит определенное количество положительно заряженных **протонов**, представленных символом p , и нейтральных **нейтронов** (n). Один или несколько отрицательно заряженных **электронов** (e) вращаются вокруг ядра. Каждый атом одного и того же элемента всегда имеет одинаковое количество положительно заряженных протонов внутри ядра и такое же количество отрицательно заряженных электронов вне ядра, таким образом, атом в целом не имеет электрического заряда. Например, каждый атом самого легкого элемента водорода (H) имеет положительно заряженный протон в ядре и один отрицательно заряженный электрон вне ядра. Каждый атом намного более тяжелого элемента урана (U) имеет 92 протона и 92 электрона (рис. 2-2).

Поскольку электрон имеет весьма незначительную массу

нітрогену, де формула хімічної речовини має вигляд N_2 ; нижній індекс після символу елемента вказує на кількість атомів цього елемента в даній молекулі. Так само газоподібний кисень існує в атмосфері у вигляді молекули O_2 , хоча невелика кількість кисню, головним чином у верхніх шарах атмосфери (стратосфери), існує як молекула озону з формулою O_3 .

Усі атоми, своєю чергою, складаються з іще менших **субатомних часток**: протонів, нейтронів і електронів. Кожен атом елемента має характерну внутрішню структуру: малесенький центр, чи **ядро**, що містить визначену кількість позитивних заряджених **протонів**, представлених символом p , і нейтральних **нейтронів** (n). Один чи кілька негативно заряджених **електронів** (e) обертаються навколо ядра. Кожен атом того самого елемента завжди має однакову кількість позитивно заряджених протонів усередині ядра і таку саму кількість негативно заряджених електронів поза ядром, таким чином, атом у цілому не має електричного заряду. Наприклад, кожен атом найлегшого елемента гідрогену (H) має позитивно заряджений протон у ядрі й один негативно заряджений електрон поза ядром. Кожен атом набагато важчого елемента урану (U) має 92 протони і 92 електрони (рис. 2-2).

Оскільки електрон має вельми незначну масу (чи вагу)

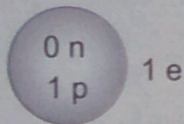
weight) compared to a proton and a neutron, the approximate mass of an atom is determined by the number of neutrons plus the number of protons in its nucleus. This number is called its **mass number**. Although atoms of the same element must have the same number of protons and electrons, they may have different numbers of uncharged neutrons in their nuclei, and thus different mass numbers. These different forms of the same element with different mass numbers or numbers of neutrons in their nuclei are called **isotopes**. Isotopes of the same element are identi-

(или вес) по сравнению с протоном и нейтроном, приблизительная масса атома определяется числом нейтронов и числом протонов в его ядре. Это число называется **числом массы**. Хотя атомы одного и того же элемента должны иметь одинаковое количество протонов и электронов, они могут иметь в ядре различное количество незаряженных нейтронов, то есть таким образом мы получаем разные числа массы. Такие различные формы одного и того же элемента с различными числами массы или количеством нейтронов в ядрах называются **изотопами**. Изотопы одного и того же элемента обозначаются при помощи добавления к числу

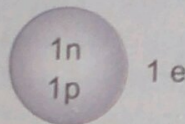
порівняно з протоном і нейтроном, приблизна маса атома визначається кількістю нейтронів і кількістю протонів у його ядрі. Ця кількість називається **числом маси**. Хоч атоми того самого елемента повинні мати однакову кількість протонів і електронів, вони можуть мати в ядрі різну кількість незаряджених нейтронів, тобто у такий спосіб ми одержуємо різні числа маси. Такі різні форми того самого елемента з різними числами маси чи кількістю нейтронів у ядрах називаються **ізотопами**. Ізотопи того самого елемента позначаються за допомогою додавання до числа маси чи назви символу еlemen-

Practice Test

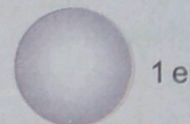
Hydrogen (H)



Mass number = $0 + 1 = 1$
Hydrogen-1
(99.98%)

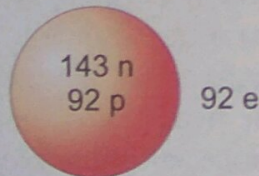


Mass number = $1 + 1 = 2$
Hydrogen-2
or deuterium (D)
(0.015%)

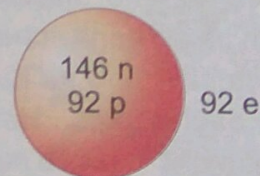


Mass number = $2 + 1 = 3$
Hydrogen-3
or tritium (T)
(trace)

Uranium (U)



Mass number = $143 + 92 = 235$
Uranium-235
(0.7%)



Mass number = $146 + 92 = 238$
Uranium-238
(99.3%)

Figure 2-2

Isotopes of hydrogen and uranium

Наскільки представлена схема
соответствует вашему
восприятию учебного материала?

Наскільки подана схема
відповідає вашому сприйняттю
навчального матеріалу?

fied by appending the mass number to the name or symbol of the element: hydrogen-1, or H-1; hydrogen-2 or H-2 (common name, deuterium), and hydrogen-3 or H-3 (common name, tritium) (Figure 2-2).

Atoms of some elements can lose or gain one or more electrons to form **ions**: atoms or groups of atoms with one or more net positive (+) or negative (-) electrical charges. The charge is shown as a superscript after the symbol for an atom or group of atoms. Examples of positive ions are sodium ions (Na^+) and ammonium ions (NH_4^+). Common negative ions are chloride ions (Cl^-), nitrate ions (NO_3^-), and phosphate ions (PO_4^{3-}).

Compounds

Most matter exists as **compounds** — combinations of two or more atoms (*molecular compounds*) or oppositely charged ions (*ionic compounds*) of two or more different elements held together in fixed proportions by chemical bonds. Water, for example, is a molecular compound composed of H_2O (read as «H-two-O») molecules, each consisting of two hydrogen atoms bonded to an oxygen atom. Other molecular compounds you will encounter in this text are nitric oxide (NO); carbon monoxide (CO); carbon dioxide (CO_2); nitrogen dioxide (NO_2); sulfur dioxide (SO_2); ammonia (NH_3); methane (CH_4), the major com-

массы названия или символа элемента: водород-1, или H-1; водород-2, или H-2 (обычное название дейтерий), и водород-3, или H-3 (обычное название тритий) (рис. 2-2).

Атомы некоторых элементов могут потерять или захватить один или несколько электронов с тем, чтобы образовать **ионы**: это атомы или группы атомов с одним или более позитивным (+) или негативным (-) электрическим зарядом. Заряд пишется в виде индекса после символа атома или группы атомов. Примеры положительных ионов — ионы натрия (Na^+) и ионы аммония (NH_4^+). Обычные отрицательные ионы — это соли хлороводородной кислоты (Cl^-), ионы нитрата соли (NO_3^-) и ионы соли фосфатной кислоты (PO_4^{3-}).

Соединения

Большинство веществ существует в виде **соединений** — комбинации двух и более атомов (*молекулярные соединения*) или негативно заряженных ионов (*гетерополярные соединения*) двух или более элементов, соединенных при помощи химических связей в определенных пропорциях. Вода, например, является молекулярным соединением, состоящим из H_2O (читается как «аш-два-о»); каждая молекула состоит из двух атомов водорода, связанных с атомом кислорода. Другие молекулярные соединения, которые вы встретите в этом тексте, — это окись азота (NO); окись углерода (CO); двуокись углерода (CO_2); двуокись азота (NO_2); двуокись серы (SO_2); аммиак (NH_3); метан (CH_4) —

та: гідроген-1, чи H-1; гідроген-2, чи H-2 (звичайна назва дейтерій), гідроген-3, чи H-3 (звичайна назва тритій) (рис. 2-2).

Атоми деяких елементів можуть втратити чи захопити один або кілька електронів для того, щоб утворити **іони**: це атоми чи групи атомів з одним чи більше позитивним (+) чи негативним (-) електричним зарядом. Заряд позначають у вигляді індексу після символу атома чи групи атомів. Приклади позитивних іонів — іони натрію (Na^+) та іони амонію (NH_4^+). Звичайні негативні іони — це солі хлористоводневої кислоти (Cl^-), іони нітрату солі (NO_3^-) та іони солі фосфатної кислоти (PO_4^{3-}).

Сполуки

Більшість речовин існує у вигляді **сполук** — комбінації двох і більше атомів (*молекулярні сполуки*) чи негативно заряджених іонів (*гетерополярні з'єднання*) двох чи більш елементів, з'єднаних разом за допомогою хімічних зв'язків у встановлених пропорціях. Вода, наприклад, є молекулярною сполукою, складеною з H_2O (читається як «аш-два-о»); кожна молекула складається з двох атомів гідрогену, зв'язаних з атомом кисню. Інші молекулярні сполуки, з якими ви зустрінетесь у цьому тексті, — це оксид нітрогену (NO); оксид карбону (CO); двоокис карбону (CO_2); двоокис нітрогену (NO_2); двоокис сульфору (SO_2); аміак (NH_3); метан (CH_4) —

ponent of natural gas; and glucose ($C_6H_{12}O_6$), a sugar which most plants and animals break down in their cells to obtain energy. Sodium chloride, or table salt, is an ionic compound consisting of a network of formula units of oppositely charged ions (Na^+Cl^-) held together by the forces of attraction that exist between opposite electric charges.

2-2. LAW OF CONSERVATION OF MATTER AND CHANGES IN MATTER

Although people talk about consuming or using up material resources, we don't actually consume any matter. We only use some of the earth's resources for a while — taking materials from the earth, carrying them to another part of the globe, processing, using, and then discarding, reusing, or recycling them. In this process we may change various elements and compounds from one physical or chemical form to another, but in every case we neither create from nothing nor destroy to nothingness any measurable amount of matter. This information, based on many thousands of measurements of matter being changed from one physical or chemical form to another, is expressed in the *law of conservation of matter*. When

главный компонент природного газа; глюкоза ($C_6H_{12}O_6$) — сахар, который большинство растений и животных перерабатывают в своих клетках, чтобы получить энергию. Хлористый натрий, или поваренная соль, является гетерополярным соединением, состоящим из цепочки отдельных химических формул, которые удерживаются вместе силами, действующими между противоположно заряженными ионами (Na^+Cl^-), скрепленными силами притяжения противоположных электрических зарядов.

2-2. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ МАТЕРИИ

Хотя обычно принято говорить о потреблении или расходовании материальных ресурсов, мы фактически не потребляем вещество. Мы только пользуемся какое-то время некоторыми ресурсами Земли — берем материалы из земли, перемещаем их в другую часть земного шара, обрабатываем и используем их, а затем или выбрасываем за ненадобностью, или повторно используем, или отправляем на переработку. В этом процессе мы не можем заменить различные элементы и их составляющие при переходе из одной физической или химической формы в другую; в каждом отдельном случае мы ничего не создаем из ничего и ничего не уничтожаем, что касается измеримых параметров вещества. Эта информация основана на многих тысячах измерений параметров вещества, которые про-

— головний компонент природного газу; глюкоза ($C_6H_{12}O_6$) — цукор, який більшість рослин і тварин переробляє у своїх клітинах, щоб одержати енергію. Хлористий натрій, чи кухонна сіль, є гетерополярною сполукою, яка складається з ланцюжка окремих хімічних елементів, що утримуються разом силами, які діють між протилежно зарядженими іонами (Na^+Cl^-), скріпленіми силами притягання протилежних електричних зарядів.

2-2. ЗАКОН ЗБЕРЕЖЕННЯ І ПЕРЕТВОРЕННЯ МАТЕРІЇ

Хоч зазвичай заведено говорити про споживання чи витрачання матеріальних ресурсів, ми фактично не споживаємо речовину. Ми тільки користуємося певний час деякими ресурсами Землі — беремо матеріали із землі, переміщуємо їх в іншу частину земної кулі, обробляємо і використовуємо, а потім або викидаємо через непотрібність, або повторно використовуємо, або відправляємо на переробку. У цьому процесі ми не можемо замінити різні елементи і їхні складові у разі переходу з однієї фізичної чи хімічної форми в іншу, у кожному окремому випадку ми нічого не створюємо з нічого і нічого не знищуємо, що стосується вимірних параметрів речовини. Ці дані ґрунтуються на безлічі вимірів параметрів речовини, що проводилися при переході речовини-

matter is changed from one physical or chemical form to another, no measurable amount of matter is created or destroyed. In other words, in such changes we can't create or destroy any of the atoms involved. All we can do is rearrange them.

Everything we think we have thrown away is still here with us, in one form or another. We can collect dust and soot from the smokestacks of industrial plants, but these solid wastes must then go somewhere. We can collect garbage and remove solid grease and sludge from sewage, but these substances must either be burned (perhaps causing air pollution), dumped into rivers, lakes, and oceans (perhaps causing water pollution), or deposited on the land (perhaps causing soil pollution and water pollution). We can certainly make the environment cleaner and convert some potentially harmful chemicals to less harmful or even harmless physical or chemical forms. But the law of conservation of matter means that we will always be faced with pollution of some sort.

водились при переходе из одной физической или химической формы в другую, и выражена **законом сохранения материи**. Когда вещество переходит из одной физической или химической формы в другую, не создается и не разрушается какое-либо измеримое количество вещества. Другими словами, при таких трансформациях мы не в состоянии создать или уничтожить какой-либо атом, входящий в структуру данного вещества. Все, что мы можем сделать, — перестроить их.

Все, что, как мы думали, мы выбросили, — все это осталось с нами в той или иной форме. Мы можем собрать пыль и сажу из дымовых труб промышленных предприятий, но эти твердые отходы должны быть затем куда-нибудь помещены. Мы можем собирать мусор и удалять жировые отложения и ил из сточных вод, но все эти вещества должны быть или сожжены (возможно, в свою очередь, порождая загрязнение воздуха), или погружены в реки, озера и океаны (что, возможно, станет причиной загрязнения воды), или захоронены в земле (это, вероятно, станет причиной загрязнения почвы и воды). Мы можем, конечно, провести очистку окружающей среды и преобразовывать некоторые потенциально вредные химикаты в менее вредные или безопасные физические или химические формы этих веществ. Но согласно закону сохранения материи перед нами всегда будут стоять проблемы загрязнения того или иного вида.

ни з однієї фізичної чи хімічної форми в іншу, і виражені в **законі збереження матерії**. Коли речовина переходить з однієї фізичної чи хімічної форми в іншу, будь-яка вимірنا кількість речовини не створюється і не руйнується. Іншими словами, за таких трансформацій ми не в змозі створити чи знищити будь-який атом, що входить у структуру даної речовини. Усе, що ми можемо зробити, — перебудувати їх.

Усе, що, як ми гадали, ми викинули, — усе це залишилося з нами у тій чи іншій формі. Ми можемо зібрати пил і сажу з димарів промислових підприємств, але ці тверді відходи повинні бути потім куди-небудь поміщені. Ми можемо збирати сміття і видаляти жирові відкладення й мул зі стічних вод, але всі ці речовини повинні бути спалені (можливо, в свою чергу, породжуючи забруднення повітря), чи занурені в ріки, озера й океани (що стане причиною забруднення води), чи поховані в землі (це призведе до забруднення ґрунту і води). Ми можемо, звичайно, очистити навколишнє середовище і перетворити деякі потенційно шкідливі хімікалії в менш шкідливі чи безпечні фізичні або хімічні форми цих речовин. Але згідно з законом збереження матерії перед нами завжди виникатимуть проблеми забруднення того чи іншого виду.

Physical and Chemical Changes

Elements and compounds can undergo **physical changes** in which their chemical composition is not changed and **chemical changes, or chemical reactions**, in which they are changed into one or more different elements or compounds. Any physical or chemical change either gives off energy or requires energy, usually in the form of heat. Two examples of physical changes are melting and boiling, in which an element or a compound is changed from one physical state to another. For example, when ice is melted or water is boiled, none of the H_2O molecules involved are altered; instead they are organized in different spatial patterns.

A chemical change can be represented in shorthand form by an equation using the chemical formulas for the elements and compounds involved. Formulas of the original starting chemicals, called **reactants**, are placed to the left and formulas of the new chemicals produced called **products**, are placed to the right; an arrow (\rightarrow) is used to indicate that a chemical change has taken place. For example, when coal (which is mostly carbon, or C) burns, it combines with oxygen gas (O_2)

Физические и химические преобразования

Элементы и компоненты могут подвергаться **физическим изменениям**, при которых их химический состав не изменяется, и **химическим преобразованиям или химическим реакциям**, при которых изменения происходят в пределах одного или нескольких различных элементов или компонентов. При любой физической или химической трансформации энергия или выделяется, или же для проведения такой трансформации необходимо дополнительное количество энергии, как правило, в форме высокой температуры. Двумя примерами физических изменений являются плавление и кипение, при котором химический элемент или состав переходит из одного физического состояния в другое. Например, когда растапливается лед или закипает вода, ни одна из молекул, входящих в H_2O , не изменяется; вместо этого они организуются в различных пространственных построениях.

Химические трансформации могут быть представлены сокращенно, в форме уравнения, для этого используются химические формулы элементов и компонентов. Формулы исходного состава химического вещества, называемые **реактантами**, размещаются слева, а формулы вновь созданных химических веществ называются **продуктами** и размещаются справа; стрелка (\rightarrow) используется, чтобы показать, что имела место химическая реакция. Например, когда уголь (который является в основном углеродом, или C) сжигается, он соединяется с га-

Фізичні та хімічні перетворення

Елементи і компоненти можуть піддаватися **фізичним змінам**, за яких їх хімічний склад не змінюється, і **хімічним перетворенням чи хімічним реакціям**, коли зміни відбуваються в межах одного або кількох різних елементів чи компонентів. За будь-якої фізичної чи хімічної трансформації енергія або виділяється, або для проведення такої самої трансформації необхідна додаткова кількість енергії, зазвичай у формі високої температури. Прикладами фізичних змін є плавлення і кип'ятіння, коли хімічний елемент чи склад переходить з одного фізичного стану в інший. Наприклад, коли розтоплюється лід чи закипає вода, жодна з молекул, що входять до H_2O , не змінюється; замість цього вони організовуються в різні просторові структури.

Хімічні трансформації можуть бути представлені скорочено, у формі рівняння, для цього використовуються хімічні формули елементів і компонентів. Формули вихідного складу хімічної речовини, називані **реактантами**, розміщуються ліворуч, а формули новостворених хімічних речовин називаються **продуктами** і містяться праворуч; стрілка (\rightarrow) показує, що відбулась хімічна реакція. Наприклад, коли вугілля (яке є в основному карбоном, чи C) спалюється, воно з'єднується з газоподібним атмосферним киснем (O_2) і формує

in the atmosphere to form the gaseous compound carbon dioxide (CO_2). In this case energy is given off, explaining why coal is a useful fuel. This chemical change can be represented in the following manner: $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$.

According to the law of conservation of matter, no atoms are created or destroyed in any chemical change; instead, existing atoms are rearranged in different groupings. Notice that in the chemical equation for the combustion of carbon there are one carbon atom and two oxygen atoms on each side of the equation. A **balanced chemical equation** is one that contains the same number of atoms of each element on each side in accordance with the law of conservation of matter. This balanced equation shows how the burning of coal or any carbon-containing compound such as those in wood, natural gas (CH_4), oil, and gasoline adds carbon dioxide gas to the atmosphere, possibly causing warming of the atmosphere through the greenhouse effect.

Air contains about 79 % nitrogen gas (N_2) and 20 % oxygen gas (O_2). When any fuel is burned in air at high temperatures, some of the N_2 and O_2 combine to form molecules of nitric oxide (NO) gas. Without adequate pollution control devices, this oxide of nitrogen spews out of smokestacks,

зобразним атмосферним кислородом (O_2) і формує газозобразну складову двоокиси вуглецю (CO_2). В даному випадку виділяється енергія; це і пояснює, чому вугілля — корисне паливо. Ця хімічна реакція може бути подана так: $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$.

Согласно закону сохранения материи атомы не могут быть образованы или разрушены при любой химической реакции; вместо этого существующие атомы могут быть перегруппированы в различные комбинации. Заметьте, что в химическом уравнении сжигания углерода имеется один атом углерода и два атома кислорода на каждой стороне уравнения. **Сбалансированное химическое уравнение** — это такое уравнение, которое содержит одинаковое количество атомов каждого элемента на каждой стороне уравнения в соответствии с законом сохранения материи. Это сбалансированное уравнение показывает, как сжигание угля или любого композита, содержащего углерод, например древесины, природного газа (CH_4), нефти и бензина, добавляет газ двоокиси углерода к атмосфере, возможно, вызывая нагревание атмосферы посредством парникового эффекта.

Воздух содержит приблизительно 79 % газообразного азота (N_2) и 20 % газообразного кислорода (O_2). Когда любое топливо сжигается в воздухе при высокой температуре, некоторое количество N_2 и O_2 соединяется и создает молекулы газообразной окиси азота. Без соответствующих устройств для борьбы с загрязнени-

газоподібну складову двоокису карбону (CO_2). У цьому разі виділяється енергія; це і пояснює, чому вугілля — корисне паливо. Ця хімічна реакція може бути подана так: $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$.

Відповідно до закону збереження матерії атоми не можуть бути створені чи зруйновані під час будь-якої хімічної реакції; замість цього існуючі атоми можуть бути перегруповані в різні комбінації. Зазначимо, що в хімічному рівнянні спалювання карбону є один атом карбону і два атоми кисню на кожному боці рівняння. **Збалансоване хімічне рівняння** — це таке рівняння, що містить однакову кількість атомів кожного елемента на кожному боці рівняння відповідно до закону збереження матерії. Ці збалансовані рівняння показують, як спалювання вугілля чи будь-якого композита, що має вуглець, наприклад деревини, природного газу (CH_4), нафти і бензину, додає газ двоокису карбону до атмосфери, можливо, зумовлюючи нагрівання атмосфери за допомогою парникового ефекту.

Повітря містить приблизно 79 % газоподібного нітрогену (N_2) і 20 % газоподібного кисню (O_2). Коли будь-яке паливо спалюється в повітрі при високій температурі, певна кількість N_2 і O_2 з'єднується і створює молекули газоподібного окису нітрогену. Без відповідних приладів для боротьби із забруд-

chimneys, and automobile exhaust pipes and is an ingredient in the formation of the type of smog found in cities such as Los-Angeles. The equation for the formation of NO from N₂ and O₂ shows that equations are not balanced simply by writing the formulas for the elements and compounds involved: N₂ + O₂ + energy → NO (unbalanced).

This equation is unbalanced because there are two nitrogen atoms on the left and only one on the right and two oxygen atoms on the left and only one on the right. To balance this equation so that it does not violate the law of conservation of matter, the same number of atoms of each element is needed on each side. This is achieved by forming two molecules of NO. Placing the number 2 in front of the formula for NO indicates this: N₂+O₂→2NO.

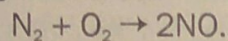
Nuclear Changes and Radioactivity

The nuclei of certain isotopes are unstable and can undergo **nuclear changes**, by which they change into one or more different isotopes by altering the number of neutrons and protons in their nuclei. The three major types of nuclear change are natural radioactivity, nuclear fission, and nuclear fusion

Natural radioactivity is a nuclear change in which unstable nuclei spontaneously shoot out «chunks» of mass, energy, or both at a fixed rate. An isotope of an atom whose unsta-

ем эта окись азота, выходящая из дымоходных труб и автомобильных выхлопных труб, становится ингредиентом при образовании смога, который наблюдается, например, в Лос-Анджелесе. Уравнение образования NO из N₂ и O₂ показывает, что оно несбалансированное; при написании формулы элементов и составляющих: N₂+O₂+энергия→NO (уравнение несбалансированное).

Это уравнение несбалансированное, потому что имеются два атома азота слева и только один справа и два атома кислорода слева и только один справа. Чтобы сбалансировать это уравнение так, чтобы не нарушить закон сохранения материи, одинаковое число атомов каждого элемента должно быть на каждой стороне уравнения. Это достигается при образовании двух молекул NO. Размещение числа 2 перед формулой NO показывает это:



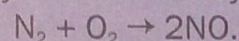
Ядерные трансформации и радиоактивность

Ядра некоторых изотопов нестабильны и могут подвергаться **ядерным трансформациям**, вследствие которых они при изменении числа нейтронов и протонов в ядрах превращаются в одну или несколько разновидностей изотопов. Три основные вида ядерной трансформации — естественная радиоактивность, ядерное расщепление и ядерный синтез.

Естественная радиоактивность — это ядерная трансформация, при которой неустойчивые ядра спонтанно выбрасывают «куски» массы, энергии или то и другое вместе в соответствии с опреде-

ненням окис нітрогену, що виходить із димохідних труб і автомобільних вихлопних труб, стає інгредієнтом під час утворення смогу, що спостерігається, наприклад, у Лос-Анджелесі. Рівняння створення NO з N₂ і O₂ показує, що воно незбалансоване; при написанні формули елементів і складових: N₂ + O₂ + енергія → NO (рівняння незбалансоване).

Це рівняння незбалансоване, тому що є два атоми нітрогену ліворуч і тільки один праворуч і два атоми кисню ліворуч і тільки один праворуч. Щоб збалансувати це рівняння так, аби не порушити закону збереження матерії, однакова кількість атомів кожного елемента повинна бути на кожному боці рівняння. Це досягається в разі створення двох молекул NO. Розміщення числа 2 перед формулою NO показує це:



Ядерні трансформації і радіоактивність

Ядра деяких ізотопів нестабильні і можуть піддаватися **ядерним трансформациям**, внаслідок чого вони в разі зміни кількості нейтронів і протонів у ядрах перетворюються в різновиди ізотопів. Три основні види ядерної трансформації — природна радіоактивність, ядерне розщеплення і ядерний синтез.

Природна радіоактивність — це ядерна трансформація, під час якої нестійкі ядра спонтанно викидають «шматки» маси й енергії чи те й те разом відповідно до визначеної норми. Ізо-

ble nuclei spontaneously emit fastmoving particles high-energy electromagnetic radiation, or both is called a **radioactive isotope, or radioisotope**.

Radiation emitted by radioisotopes is called **ionizing radiation** because it has enough energy to dislodge one or more electrons from atoms it hits to form positively charged ions, which can react with and damage living tissue. The two most common types of ionizing particulate radiation are high-speed **alpha particles** (positively charged chunks of matter that consist of two protons and two neutrons) and **beta particles** (negatively charged electrons).

ленной нормой. Изотоп, нестабильное ядро которого спонтанно испускает стремительные частицы высокоэнергетической электромагнитной радиации, называется **радиоактивным изотопом**, или **радиоизотопом**.

Радиация, излучаемая радиоизотопами, называется **ионизирующей радиацией**, потому что она имеет достаточно энергии, чтобы сместить один или большее количество электронов в атомах для образования положительно заряженных ионов, которые могут вступать в реакцию и повреждать живую ткань. Два наиболее распространенных вида ионизирующих радиоактивных частиц — это быстрые **альфа-частицы** (положительно заряженные куски материи, которые состоят из двух протонов и двух нейтронов) и **бета-частицы** (отрицательно заряженные электроны).

топ, нестабильне ядро якого спонтанно випускає стрімкі частки високоенергетичної електромагнітної радіації, називається **радіоактивним ізотопом**, чи **радіоізотопом**.

Радіація, що випромінюється радіоізотопами, називається **іонізуючою радіацією**, тому що вона має досить енергії, аби змістити один чи більшу кількість електронів в атомах для створення позитивно заряджених іонів, що можуть вступати в реакцію й ушкоджувати живу тканину. Два найбільш поширені види іонізуючих радіоактивних часток — це швидкі **альфа-частинки** (позитивно заряджені шматки матерії, що складаються з двох протонів і двох нейтронів) і **бета-частинки** (негативно заряджені електрони).

Practice Test

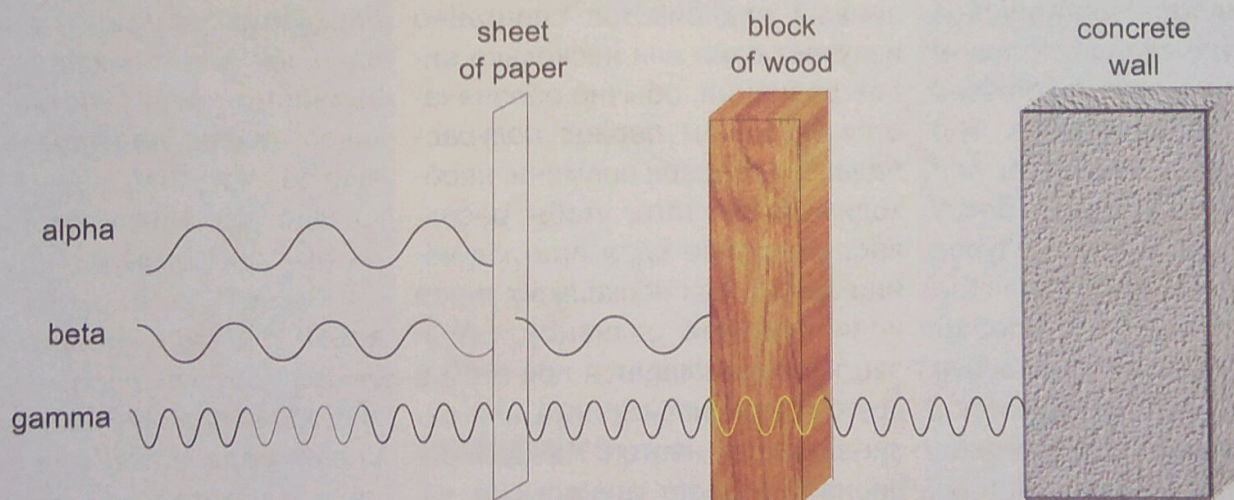


Figure 2-3

The three major types of ionizing radiation emitted by radioactive isotopes vary considerably in their penetrating power

Какие процессы графически представлены на рис. 2-3?

Які процеси графічно зображені на рис. 2-3?

Radio waves, infra red light, and ordinary light are examples of nonionizing electromagnetic radiation, which does not have enough energy to cause ionization of atoms in living tissue. Although X-rays are a form of high-energy ionizing radiation that can pass through the body and cause damage, radioisotopes do not give them off. The most common form of ionizing electromagnetic radiation released from radioisotopes is high-energy **gamma** rays, which are even more penetrating than X-rays. Figure 2-3 illustrates the relative penetrating power of alpha, beta, and gamma radiation. Some unstable nuclei emit only one type of ionizing radiation and others emit two types.

The rate at which a particular radioisotope spontaneously emits one or more forms of radiation is usually expressed in terms of its **half-life**. The length of time it takes for half the nuclei in a sample to decay by emitting one or more types of ionizing radiation and, in the process change into another nonradioactive or radioactive isotope. Each radioisotope has a unique, characteristic half-life. For example, plutonium-239 (an alpha and gamma emitter), which is produced in nuclear fission power plant reactors and by nuclear fission bombs, has a half-life of 24,000 years. This means that

Радиоволны, инфракрасное излучение и обычный свет — все это примеры неионизирующей электромагнитной радиации, которая не имеет достаточно энергии, чтобы вызвать ионизацию атомов в живых тканях. Хотя рентгеновское излучение — это форма высокоэнергетической ионизирующей радиации, которая может проходить сквозь тело и вызывать повреждение, радиоизотопы его не излучают. Наиболее распространенной формой ионизирующей электромагнитной радиации, излучаемой изотопами, является высокоэнергетическая энергия **гамма-лучей**, которые имеют более высокую проникаемость, чем рентгеновские лучи. Рис. 2-3 демонстрирует относительную проникаемость альфа-, бета- и гамма-излучения. Некоторые нестабильные ядра излучают только один тип ионизирующей радиации, другие — два типа радиации.

Скорость, с которой определенный радиоизотоп спонтанно излучает один или несколько видов радиации, обычно обозначается термином **период полураспада**. Это отрезок времени, необходимый для того, чтобы распалась половина ядра при излучении одного или нескольких типов ионизирующей радиации, образец же превращается при этом в другой нерадиоактивный или радиоактивный изотоп. Каждый радиоизотоп имеет уникальный, характерный только для него период полураспада. Например, плутоний-239 (альфа- и гамма-излучатель), который образуется в ядерных реакторах электростанций и при взрыве атомных бомб, имеет

Радіохвилі, інфрачервоне випромінювання і звичайне світло — усе це приклади неіонізуючої електромагнітної радіації, яка не має достатньо енергії, щоб викликати іонізацію атомів у живих тканинах. Хоча рентгенівське випромінювання — це форма високоенергетичної іонізуючої радіації, що може проходити крізь тіло і викликати ушкодження, радіоізотопи його не випромінюють. Найбільш поширеною формою іонізуючої електромагнітної радіації, випромінюваної ізотопами, є високоенергетична енергія **гамма-променів**, що мають більш високу проникність, ніж рентгенівські промені. Рис. 2-3 демонструє відносну проникність альфа-, бета- і гамма-випромінювання. Деякі нестабільні ядра випускають тільки один тип іонізуючої радіації, інші — два типи радіації.

Швидкість, з якою певний радіоізотоп спонтанно випускає один чи кілька видів радіації, звичайно позначається терміном **період напіврозпаду**. Це відрізок часу, необхідний для того, щоб розпалася половина ядра при випромінюванні одного чи кількох типів іонізуючої радіації, зразок же перетворюється при цьому в інший нерадіоактивний чи радіоактивний ізотоп. Кожен радіоізотоп має унікальний, характерний для нього період напіврозпаду. Наприклад, плутоній-239 (альфа- і гамма-випромінювач), що утворюється в ядерних реакторах електростанцій і при вибуху атомних бомб, має період

half a given sample of plutonium-239 is still radioactive after 24,000 years and one-fourth is still radioactive after two half-lives, or 48,000 years. When inhaled into the lungs, a small speck of plutonium-239 greatly increases one's chances of developing lung cancer within two or three decades. Any exposure to ionizing radiation can cause potential harm to tissue in the human body.

Normally, it takes at least 10 half-lives for a sample of a radioisotope to decay to what is considered a safe level of ionizing radiation. Thus, unless it is cleaned up thoroughly (a difficult and expensive procedure), an area contaminated with plutonium-239 by explosion of an atomic bomb

период полураспада 24 000 лет. Это означает, что половина данного образца плутония-239 будет все еще радиоактивна после 24 000 лет, четвертая часть останется радиоактивной после двух периодов полураспада, или через 48 000 лет. При попадании в легкие малой частицы плутония-239 значительно увеличивается вероятность развития рака легкого в пределах двух или трех десятилетий. Любое облучение ионизирующей радиацией может быть причиной возникновения потенциала, который повреждает ткани человеческого тела.

Обычно требуется по крайней мере 10 периодов полураспада для распада радиоизотопа до того уровня, который можно рассматривать как безопасный уровень ионизирующей радиации. Таким образом, если не произведена полная дезактивация (сложная и дорогая процедура), область, загрязненная плутонием-

напіврозпаду 24 000 років. Це означає, що половина даного зразка плутонію-239 буде все ще радіоактивною після 24 000 років, четверта частина залишиться радіоактивною після двох періодів напіврозпаду, чи через 48 000 років. У разі потрапляння в легені малої частки плутонію-239 значно збільшується ймовірність розвитку раку легені в межах двох чи трьох десятиліть. Будь-яке опромінення іонізуючою радіацією може бути причиною виникнення потенціалу, що пошкоджує тканини людського тіла.

Звичайно потрібно принаймні 10 періодів напіврозпаду для розпаду радіоізопа до того рівня, який можна розглядати як безпечний рівень іонізуючої радіації. Таким чином, якщо не зроблено повної дезактивації (важка і дорога процедура), область, забруднена плутонієм-239 після вибуху атомної

Practice Test

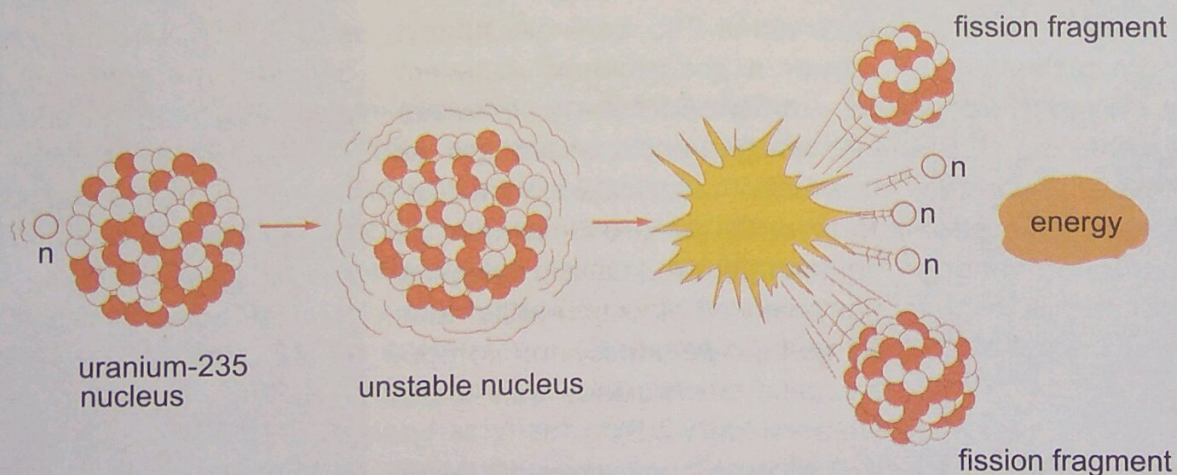


Figure 2-4

Fission of a uranium-235 nucleus by a slow-moving neutron

Какие процессы графически представлены на рис. 2-4?

Які процеси графічно зображені на рис. 2-4?

or a severe nuclear power plant accident remains dangerously radioactive for at least 10 x 24,000 years or 240,000 years.

Nuclear fission is a nuclear change in which nuclei of certain heavy isotopes with large mass numbers such as uranium-235 are split apart into two lighter nuclei, known as *fission fragments*, when struck by slow-or fast-moving neutrons; this process also releases more neutrons and energy (Figure 2-4).

Fission of uranium-235 nuclei, found in small quantities in uranium ore obtained from the earth's crust, can produce any of over 450 different fission fragments or isotopes, most of them radioactive. The two or three neutrons produced by each fissions can be used to fission many additional uranium-235 nuclei if enough are present to provide **the critical mass** needed for efficient capture of these neutrons. These multiple fissions taking place within the critical mass represent a **chain reaction** that releases an enormous amount of energy (Figure 2-5).

In an atomic or nuclear fission bomb, a massive amount of energy is released in a fraction of a second in an *uncontrolled* nuclear fission chain reaction. This is normally done

239 после взрыва атомной бомбы или серьезной аварии на атомной электростанции, остается опасно радиоактивной по крайней мере 10 x 24 000 лет, или 240 000 лет.

Ядерное расщепление — это ядерная трансформация, при которой ядра некоторых тяжелых изотопов с большими числами массы, например уран-235, разделяются на два более легких ядра, известные как *продукты распада*; удар происходит при помощи медленных или быстрых нейтронов. Во время этого процесса также излучается большое количество нейтронов и энергии (рис. 2-4).

Расщепление ядер урана-235 обнаружено в малых количествах в урановой руде, добываемой из земной коры. Оно может образовывать любой из более чем 450 различных продуктов распада, или изотопов, большинство из которых радиоактивны. Два или три нейтрона, полученных при каждом расщеплении, могут быть использованы для расщепления большого количества очередных ядер урана-235, если они присутствуют в достаточном количестве, чтобы обеспечить **критическую массу**, необходимую для эффективного поглощения этих нейтронов. Эти многочисленные деления, происходящие в пределах критической массы, представляют **цепную реакцию**, при которой выделяется огромное количество энергии (рис. 2-5).

В атомной или ядерной бомбе вследствие расщепления освобождается огромное количество энергии за долю секунды в *неконтролируемой* ядерной цепной реакции деления. Обычно взрывает

бомбы чи серйозної аварії на атомній електростанції, залишається небезпечно радіоактивною принаймні 10 x 24 000 років, чи 240 000 років.

Ядерне розщеплення — це ядерна трансформація, за якої ядра деяких важких ізотопів з великими числами маси, наприклад уран-235, розділяються на два більш легких ядра, відомі як *продукти розпаду*; удар відбувається за допомогою повільних чи швидких нейтронів; під час цього процесу також випромінюється велика кількість нейтронів і енергії (рис. 2-4).

Розщеплення ядер урану-235 виявлене в малій кількості в урановій руді, що добувається з земної кори. Воно може утворювати будь-який з більш ніж 450 різних продуктів розпаду, чи ізотопів, більшість із яких радіоактивні. Два чи три нейтрони, отримані за кожного розщеплення, можуть бути використані для розщеплення великої кількості чергових ядер урану-235, якщо вони є в достатній кількості, щоб забезпечити **критичну масу**, необхідну для ефективного поглинання цих нейтронів. Ці численні поділи, що відбуваються в межах критичної маси, є **ланцюговою реакцією**, під час якої виділяється величезна кількість енергії (рис. 2-5).

В атомній чи ядерній бомбі внаслідок розщеплення звільняється величезна кількість енергії за частку секунди в *неконтрольованій* ядерній ланцюговій реакції поділу. Звичайно

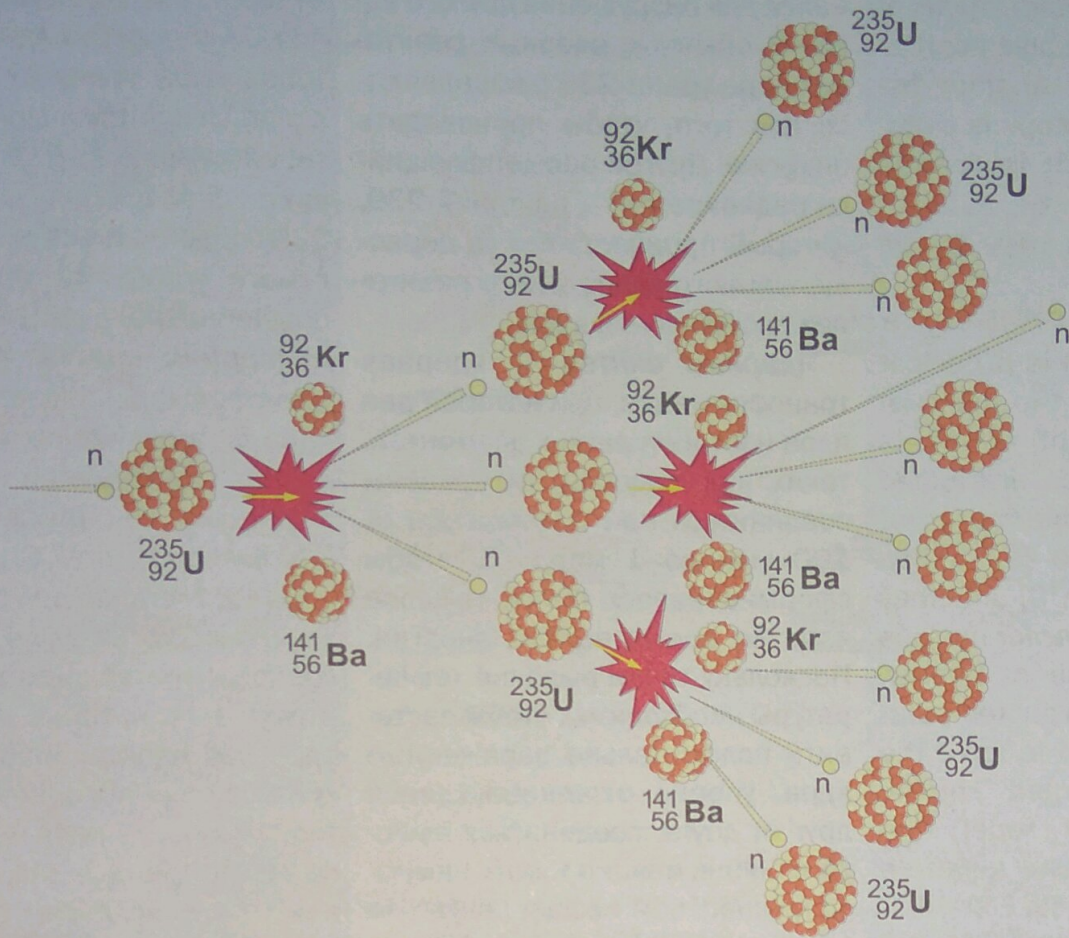


Figure 2-5

A nuclear chain reaction initiated by one neutron triggering fission in a single uranium-235 nucleus

Назовите тип реакції, течення котрої графічно зображено на рис. 2-5

Назвіть тип реакції, перебіг якої графічно зображено на рис. 2-5

by using an explosive charge to suddenly push a mass of fissionable fuel together from all sides to attain the critical mass needed to capture enough neutrons for a massive chain reaction to take place almost instantly. In the nuclear reactor of a nuclear electric power plant, the rate at which the nuclear fission chain reaction takes place is *controlled* so that, on the average, only one of each two or three neutrons released is used to split another

ной заряд используется для того, чтобы молниеносно сжать со всех сторон массу расщепляющегося топлива для достижения критической массы, необходимой для поглощения достаточного количества нейтронов, чтобы произошла цепная реакция, которая наступает почти немедленно. В ядерном реакторе атомной электростанции уровень, на котором происходит ядерная цепная реакция деления, поддерживается таким, чтобы в среднем только один из каждых двух или трех вы-

буховий заряд використовується для того, щоб блискавично зжати з усіх боків масу палива, яка розщеплюється, для досягнення критичної маси, необхідної для поглинання достатньої кількості нейтронів, щоб відбулась ланцюгова реакція, яка настає майже негайно. В ядерному реакторі атомної електростанції рівень, на якому відбувається ядерна ланцюгова реакція поділу, підтримується таким, щоб у середньому тільки один з кожних двох чи трьох ви-

er nucleus. In conventional nuclear fission reactors, nuclei of uranium-235 are split apart to produce energy. Another fissionable radioisotope is plutonium-239, which is formed from nonfissionable uranium-238 in breeder nuclear fission reactors.

Nuclear fusion is a nuclear change in which two nuclei of isotopes of light elements such as hydrogen are forced together at temperatures of 100 million to 1 billion degrees Celsius ($^{\circ}\text{C}$) until they fuse to form a heavier nucleus with the release of energy. Because such high temperatures are needed to force the positively charged nuclei (which strongly repel one another) to join together, fusion is much more difficult to initiate than fission. But once initiated, fusion releases far more energy per gram of fuel than fission. Fusion of hydrogen atoms to form helium atoms is what takes place in the sun and other stars.

After World War II, the principle of uncontrolled nuclear fusion was used to develop extremely powerful hydrogen or thermonuclear bombs and missile warheads. These weapons involve the D-T fusion reaction, in which a hydrogen-2 or deuterium (D) nucleus and a hydrogen-3 or tritium (T) nucleus are fused to form a larger helium-4 nucleus, a neutron, and energy

пущенных нейтронов использовался для разрушения другого ядра. В обычных ядерных реакторах ядра урана-235 расщепляются для того, чтобы производить энергию. Другой расщепляющийся радиоизотоп — плутоний-239, который производится из нерасщепленного урана-238 в реакторах расщепления ядра.

Ядерный синтез — ядерная трансформация, при которой два ядра изотопов легких элементов, таких как водород, вынуждены соединиться при температуре от 100 млн до 1 млрд $^{\circ}\text{C}$, чтобы сформировалось более тяжелое ядро во время выхода энергии. Поскольку такие высокие температуры необходимы, чтобы заставить положительно заряженные ядра, упорно отталкивающиеся друг от друга, соединиться вместе, слияние инициировать намного труднее, чем расщепление. Но когда синтез произошел, то при слиянии производится гораздо большее количество энергии на грамм топлива, чем при реакции расщепления. Слияние атомов водорода с последующим формированием атомов гелия — именно такой процесс происходит на Солнце и других звездах.

После Второй мировой войны принцип неуправляемого ядерного синтеза использовался для разработки чрезвычайно мощных водородных или термоядерных бомб и боеголовок ракет. Это оружие включает D-T-реакцию синтеза, в которой соединялись ядро водорода-2, или дейтерия (D), и ядро водорода-3, или трития (T), с тем чтобы создать большое ядро гелия-4, нейтрон и энергию (рис. 2-6). Ученые пробовали так-

пущенных нейтронов использовался для разрушения другого ядра. У обычных ядерных реакторах ядра урана-235 расщепляются для того, чтобы производить энергию. Инший радиоизотоп, что расщепляется, — плутоний-239, производится из нерасщепленного урана-238 в реакторах расщепления ядра.

Ядерный синтез — ядерная трансформация, під час якої два ядра ізотопів легких елементів, таких як гідроген, змушені з'єднатися при температурі від 100 млн до 1 млрд $^{\circ}\text{C}$, щоб сформувалося важче ядро під час виходу енергії. Оскільки такі високі температури необхідні, щоб змусити позитивно заряджені ядра, що наполегливо відштовхуються одне від одного, з'єднатися разом, злиття ініціювати набагато важче, ніж розщеплення. Але коли синтез відбувся, то під час злиття виробляється набагато більша кількість енергії на грам палива, ніж за реакції розщеплення. Злиття атомів гідрогену з наступним формуванням атомів гелію — саме такий процес відбувається на Сонці й інших зірках.

Після Другої світової війни принцип некерованого ядерного синтезу використовувався для розроблення надзвичайно могутніх водневих чи термоядерних бомб і боеголовок ракет. Ця зброя включає D-T-реакцію синтезу, в якій з'єднувалися ядро гідрогену-2, чи дейтерію (D), і ядро гідрогену-3, чи тритію (T), для того щоб створити велике ядро гелію-4, нейтрон і енергію (рис. 2-6). Учені пробували також

Practice Test

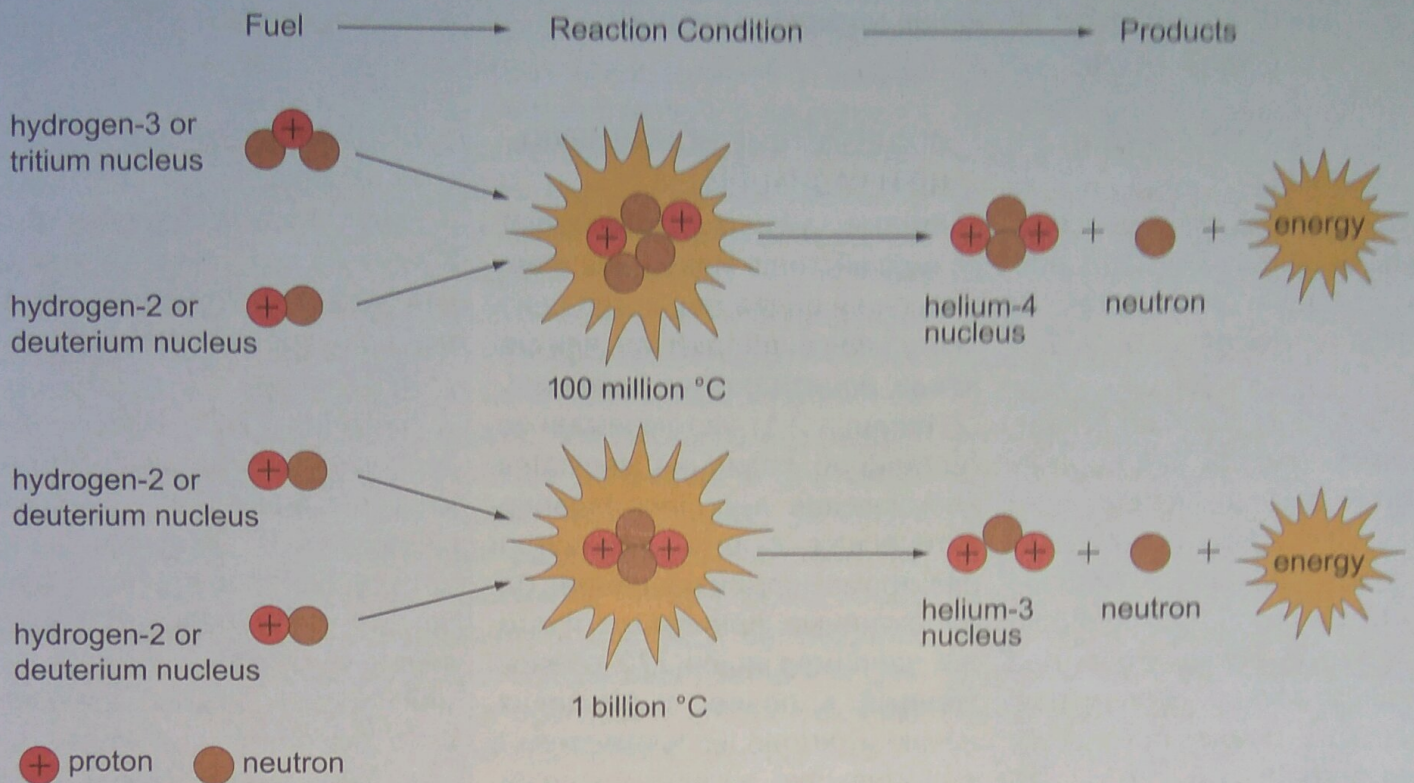


Figure 2-6

The deuterium-tritium (D-T) and deuterium-deuterium (D-D) nuclear fusion reactions, which take place at extremely high temperatures. D-T fusion

При создании какого оружия был использован принцип неуправляемого ядерного синтеза?

Під час створення якої зброї був використаний принцип некерованого ядерного синтезу?

(Figure 2-6). Scientists have also tried to develop controlled nuclear fusion, in which the D-T reaction is used to produce heat that can be converted into electricity. However, this process is still at the laboratory stage despite almost 35 years of research.

In all three types of nuclear change, a small amount of the mass of the nucleus of any isotope involved is converted into energy, which is released into the environment. Thus, instead of being governed by the

же розроблять управляємий ядерний синтез, в котрому D-T-реакція використовується для виробки високої температури, котра, в свою чергу, може бути перетворена в електричність. Однак цей процес знаходиться все ще в стадії лабораторних розробок, незважаючи на майже 35 років досліджень.

При всіх трьох типах ядерних трансформацій невелике кількість маси ядра любого ізотопу преобразується в енергію, котра переходить в оточуючу середу. Таким образом, вместо управления законом сохранения

розробляти керований ядерний синтез, в якому D-T-реакція використовується для виробництва високої температури, яка, у свою чергу, може бути перетворена в електрику. Однак цей процес усе ще перебуває в стадії лабораторних розробок, незважаючи на майже 35 років досліджень.

За всіх трьох типів ядерних трансформацій невелика кількість маси ядра будь-якого ізотопу перетворюється в енергію, що переходить у навколишнє середовище. Таким чином, замість керування законом збереження

law of conservation of matter, nuclear changes are governed by the *law of conservation of matter and energy*.

материи ядерные трансформации управляются *законом сохранения материи и энергии*.

матерії ядерні трансформації керуються *законом збереження матерії й енергії*.

EXPOSURE TO IONIZING RADIATION

Living things are exposed to small amounts of ionizing radiation, known *as natural, or background, ionizing radiation*.

(Table 2-1). Sources include cosmic rays (a high-energy form of ionizing electromagnetic radiation) from outer space; naturally radioactive isotopes such as radon-222 found in soil and in bricks, stone, and concrete used in construction; and other natural radioactivity that finds its way into our air, water, and food.

We receive additional exposure to ionizing radiation as a result of various human activities, most from dental and

ВОЗДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИИ

Живые существа подвергаются воздействию малых доз ионизирующей радиации, которая известна *как естественная, или фоновая, ионизирующая радиация*.

(Таблица 2-1). Источниками естественной радиации являются: космические лучи (высокоэнергетическая форма ионизации электромагнитной радиации); радиоактивные природные изотопы, например радон-222, обнаруженный в почве, в кирпичах, камне и бетоне, используемом в строительстве, а также другие виды естественной радиации, проникающей в воздух, воду и пищу.

Мы подвергаемся дополнительному воздействию ионизирующей радиации в результате различной деятельности человека, преиму-

ВПЛИВ ІОНІЗУЮЧОЇ РАДІАЦІЇ

Живі істоти піддаються впливу малих доз іонізуючої радіації, яка відома *як природна, чи фоновна, іонізуюча радіація*.

(Таблиця 2-1). Джерелами природної радіації є космічні промені (високоенергетична форма іонізації електромагнітної радіації); радіоактивні природні ізотопи, наприклад радон-222, виявлений у ґрунті, у цеглинах, камені й бетоні, використуваному в будівництві, а також інші види природної радіації, що проникає в повітря, воду і їжу.

Ми піддаємося додатковому впливу іонізуючої радіації в результаті різної діяльності людини, найчастіше під час стоматоло-

Probable Effects on Humans of Various Doses of Radiation to the Whole: Body in a Short Period of Time

Table 2-1

Dose (rems)	Effects
0—50	No consistent symptoms
50—200	Decreased white blood cells, nausea, vomiting; about 10 % die within months at 200 rems
200—400	Loss of blood cells, fever, hemorrhage, hair loss, nausea, vomiting. Diarrhea, fatigue skin blotches, about 20 % die within months
400—500	Same symptoms as 200-400 rems but more severe, increased infections due to lack of white blood cells, 50 % death rate within months at 450 rems
500—1,000	Severe gastrointestinal damage, cardiovascular collapse, central nervous system damage; doses above 700 rems fatal within a few weeks
10,000	Death in hours 100,000 Death in minutes

medical X rays and diagnostic tests involving the injection or ingestion of radioactive isotopes. These important tools save many thousands of lives each year and prevent human misery. But some observers contend that many X-rays and diagnostic tests involving radioactive isotopes are taken primarily to protect doctors and hospitals from liability suits. If your doctor or dentist proposes an X ray or diagnostic test involving radioisotopes, ask why it is necessary, how it will help find what is wrong and influence possible treatment, and what alternative tests are available with less risk.

The smallest amount of human-caused exposure to ionizing radiation in the world comes from nuclear power plants and other nuclear facilities — assuming that they are operating normally. Nuclear power critics contend that the greater danger from nuclear power is not from small, routine emissions of radioactivity but from the extremely small but real possibility of accidents that could result in the emission of large quantities of ionizing radiation. Such an accident occurred at the Chernobyl nuclear power plant in 1986. Each year Americans are exposed to an average of 230 millirems (0.230 rem) of

щественно во время стоматологических и общих медицинских исследований при помощи рентгеновских лучей, а также в процессе диагностических тестирований, включающих инъекцию или введение радиоактивных изотопов. Эти важные инструментальные средства сохраняют много тысяч жизней ежегодно и предупреждают человеческие страдания. Однако некоторые наблюдатели утверждают, что многократное рентгеновское облучение и диагностические тестирования, включающие радиоактивные изотопы, используются прежде всего, чтобы защитить врачей и больницы от исков. Если ваш доктор или дантист предлагает рентгеноскопию, поинтересуйтесь, необходимо ли это, как это поможет выявить заболевание, как это исследование повлияет на возможное лечение и какие альтернативные тестирования доступны с меньшим риском?

Наименьшее воздействие от ионизирующей радиации, вызванной деятельностью человека, происходит от атомных электростанций и других ядерных объектов, если предположить, что они будут работать нормально. Критики ядерной энергетики утверждают, что большая опасность ее заключается не в малой, обычной, эмиссии радиоактивности, а в чрезвычайно низкой, но реальной возможности аварии, которая может привести к выбросу больших количеств ионизирующей радиации. Именно такой инцидент произошел на Чернобыльской атомной электростанции в 1986 году. Каждый год американцы подвергаются в среднем 230 millirems (0.230 rem.) ионизирующей радиа-

логічних і загальних медичних досліджень за допомогою рентгенівських променів, а також під час діагностичних тестувань, що включають ін'єкцію чи введення радіоактивних ізотопів. Ці важливі інструментальні засоби зберігають багато тисяч життів щороку і запобігають людським стражданям. Але деякі спостерігачі стверджують, що багаторазове рентгенівське опромінення і діагностичні тестування, що включають радіоактивні ізотопи, використовуються насамперед, щоб захистити лікарів і лікарні від позовів. Якщо ваш лікар чи дантист пропонують рентгеноскопию, запитайте, чи це необхідно, як це допоможе виявити захворювання, як це дослідження вплине на можливе лікування і які альтернативні тестування доступні з меншим ризиком?

Найменший вплив від іонізуючої радіації, викликані діяльністю людини, походить від атомних електростанцій та інших ядерних об'єктів, якщо припустити, що вони будуть працювати нормально. Критики ядерної енергетики стверджують, що велика небезпека її полягає не в малій звичайній емісії радіоактивності, а від надзвичайно низької, але реальної можливості аварії, що може призвести до викиду великої кількості іонізуючої радіації. Саме такий інцидент відбувся на Чернобыльській атомній електростанції 1986 року. Щороку американці піддаються в середньому 230 millirems (0.230 rem.) іонізуючої радіації і з природних

ionizing radiation, both from natural sources (130 mrem) and human-related sources (100 mrem). According to estimates by the National Academy of Sciences, this exposure over an average lifetime causes about 1 % of all fatal cancers and 5 % to 6 % of all normally encountered genetic defects population.

2-3. ENERGY

Types of Energy

Energy is used to grow our food, keep us and other living things alive, move us and other forms of matter from one place to another, change matter from one physical or chemical form to another, and to warm and cool our bodies and the buildings in which we work and live. **Energy** is the ability to do work or to cause a heat transfer between two objects at different temperatures. **Work** is what happens when a force is used to push or pull a sample of matter, such as this book, over some distance. Any physical or chemical change in matter either requires an input of energy from the environment (boiling water) or gives off energy to the environment (coal burning).

Everything going on in and around us is based on doing work in which one form of ener-

гии и из естественных источников (130 mrem), и из источников, связанных с деятельностью человека (100 mrem). Согласно оценкам Национальной академии наук такая доза облучения при средней продолжительности жизни является причиной приблизительно 1 % всех фатальных раковых образований и от 5 до 6 % всех обычно встречающихся генетических дефектов населения.

2-3. ЭНЕРГИЯ

Типы энергии

Энергия используется, чтобы создать пищу для нас, поддерживать нашу жизнедеятельность, а также жизнедеятельность других живых существ, перемещать нас и другие формы материи из одного места в другое, трансформировать материю из одной физической или химической формы в другую, согревать и охлаждать наши тела и здания, в которых мы работаем и живем. **Энергия** — это возможность выполнять работу или передавать тепло между двумя объектами с различными температурами. **Работа** — это то, что происходит, когда используется энергия, чтобы толкать или передвигать некий образец материи, вроде этой книги, на какое-то расстояние. Любая физическая или химическая реакция материи требует или подвода энергии из окружающей среды (кипячение воды), или во время реакции выделяется энергия в окружающую среду (сжигание угля).

Все, происходящее внутри и вокруг нас, основано на выполнении работы, где одна форма

джерел (130 mrem), і з джерел, пов'язаних із діяльністю людини (100 mrem). Відповідно до оцінок Національної академії наук така доза опромінення за середньої тривалості життя є причиною приблизно 1 % усіх фатальних ракових утворень і від 5 до 6 % усіх генетичних дефектів населення, які звичайно зустрічаються.

2-3. ЕНЕРГІЯ

Типи енергії

Енергія використовується, щоб створити їжу для нас, підтримувати нашу життєдіяльність, а також життєдіяльність інших живих істот, переміщати нас та інші форми матерії з одного місця в інше, трансформувати матерію з однієї фізичної чи хімічної форми в іншу, зігрівати й охолоджувати наші тіла і будинки, в яких ми працюємо і живемо. **Енергія** — це можливість виконувати роботу чи передавати тепло між двома об'єктами з різними температурами. **Робота** — це те, що відбувається, коли використовується енергія для того, щоб пересувати чи рухати певний зразок матерії, наприклад цю книжку, на якусь відстань. Будь-яка фізична чи хімічна реакція матерії потребує або підведення енергії з навколишнього середовища (кип'ятіння води), або під час реакції виділяється енергія в навколишнє середовище (спалювання вугілля).

Усе, що відбувається всередині і навколо нас, ґрунтується на виконанні роботи, де одна

gy is transformed into one or more other forms of energy. Scientists classify most forms of energy as either potential energy or kinetic energy (Figure 2-7).

энергии преобразуется в одну или в разные формы энергии. Ученые классифицируют большинство форм энергии как потенциальную энергию или как кинетическую (рис. 2-7).

форма енергії перетворюється на одну чи на різні форми енергії. Учені класифікують більшість форм енергії як потенціальну енергію або як кінетичну (рис. 2-7).

Practice Test





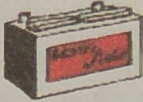

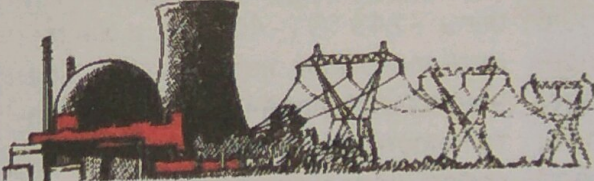
Type of Energy	Potential	Kinetic
Mechanical	 firewood being held above ground	 firewood dropped, which does work on experimenter's toe
Chemical	 match being held near the wood	 energy being released as heat and light from lit fire
Electrical	 charged battery	 battery being discharged through a wire
Nuclear	 Nuclear power plant potential energy in nuclear of certain atoms	electricity produced (kinetic energy)

Figure 2-7
Forms of potential energy and kinetic energy

Предложите свои образы для графического обозначения кинетической и потенциальной энергии. Используя лексический материал, приведите примеры использования энергии

Запропонуйте свої образи для графічного позначення кінетичної та потенціальної енергії. Використовуючи лексичний матеріал, наведіть приклади використання енергії

Kinetic energy is the energy that matter has because of its motion and mass. Examples include a moving car, a falling rock, a speeding bullet, and the flow of water or charged particles (electrical energy). **Potential energy** is the energy stored by an object as a result of its position or the position of its parts. A rock held in your hand, a stick of dynamite, still water behind a dam, the nuclear energy stored in the nuclei or atoms, the chemical energy stored in the molecules of gasoline, and the carbohydrates, proteins, and fats in food are all examples of potential energy.

Energy Resources Used by Humans

The direct input of essentially inexhaustible solar energy alone provides 99 % of the thermal energy used to heat the earth and all buildings free of charge. Were it not for this perpetual direct input of various forms of electromagnetic energy from the sun, the average temperature outside would be $-240\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-400\text{ }^{\circ}\text{F}$) and life as we know it would not have arisen. Human ingenuity has developed a number of ways to use various forms of perpetual, renewable, and nonrenewable energy resources to supplement the direct input of solar energy and to provide the remaining 1 % of the energy we use on earth (Figure 2-8). This supplemental energy is used primarily to provide water high-temperature heat, us with low-temper-

Кинетическая энергия — это энергия материи как следствие движения и массы. Например: движущийся автомобиль, падающая скала, летящая пуля, поток воды или заряженные частицы (электрическая энергия). **Потенциальная энергия** — это энергия, запасенная объектом в результате его положения или положения его частей. Скала, поддержанная вашей рукой, динамитная шашка, неподвижная вода за плотиной, ядерная энергия, запасенная в ядрах или атомах, химическая энергия, запасенная в молекулах бензина, углеводы, белки и жиры в пище — все это примеры потенциальной энергии.

Ресурсы энергии, используемые людьми

Непосредственное поступление, по сути, неистощимой солнечной энергии, которая сама обеспечивает 99 % тепловой энергии, обычно необходимой для нагревания земли и всех сооружений, — бесплатное. Если бы не было этого бесконечного непосредственного поступления различных форм электромагнитной энергии солнца, средняя температура могла быть $-240\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-400\text{ }^{\circ}\text{F}$), и жизнь, насколько нам известно, не возникла бы. Человеческая изобретательность создала множество способов использования различных форм бесконечных, возобновляемых и невозобновляемых ресурсов энергии в дополнение к прямому поступлению солнечной энергии, обеспечивающей сохранение 1 % энергии, которую мы используем на земле (рис. 2-8). Эта дополнительная энергия используется прежде всего для того, что-

Кінетична енергія — це енергія матерії як наслідок руху і маси. Наприклад, автомобіль, що рухається, скеля, що падає, куля, що летить, потік води чи заряджені частки (електрична енергія). **Потенціальна енергія** — це енергія, запасена об'єктом у результаті його позиції чи позиції його частин. Скаля, підтримана вашою рукою, динамітна шашка, нерухома вода за греблею, ядерна енергія, запасена в ядрах чи атомах, хімічна енергія, запасена в молекулах бензину, вуглеводи, білки і жири в харчуванні — усе це приклади потенціальної енергії.

Ресурси енергії, використовувані людьми

Безпосереднє надходження, по суті, невичерпної сонячної енергії, що сама забезпечує 99 % теплової енергії, звичайно необхідної для нагрівання землі й усіх будівель, — безкоштовне. Якби не було цього нескінченного безпосереднього надходження різних форм електромагнітної енергії сонця, середня температура могла бути $-240\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-400\text{ }^{\circ}\text{F}$), і життя, наскільки нам відомо, не виникло б. Людська винахідливість створила безліч способів використання різних форм нескінченних, поновлюваних і непоновлюваних ресурсів енергії як додаток до прямого надходження сонячної енергії, яка забезпечує збереження 1 % енергії, яку ми використовуємо на землі (рис. 2-8). Ця додаткова енергія використовується насамперед для того, щоб забезпечити нагрівання води до висо-

Practice Test

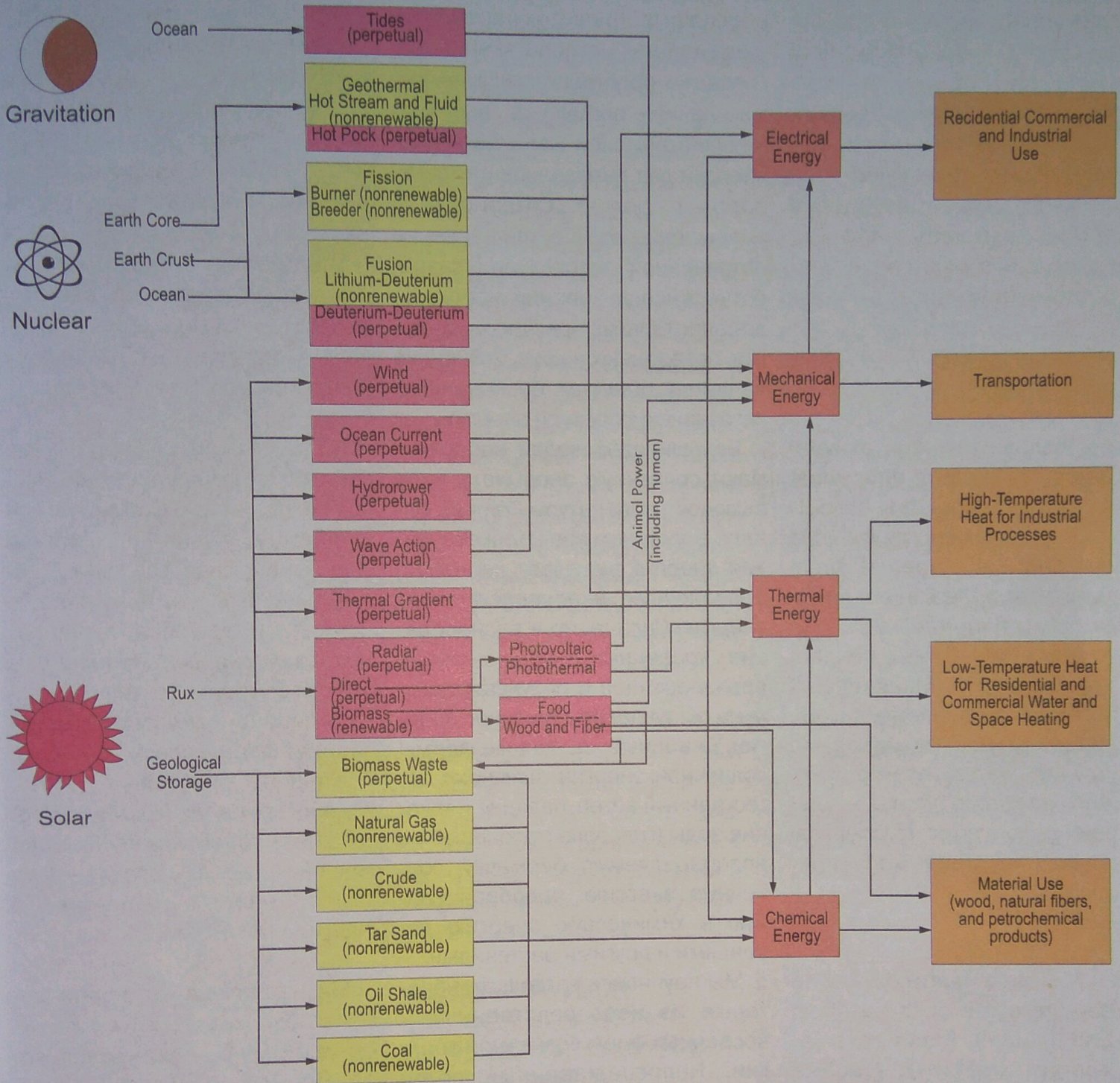


Figure 2-8

The earth's major energy resources and how they can be converted into chemical, thermal, mechanical, and electrical energy for various services. (Adapted from material supplied by Office of Energy Research and Planning, State of Oregon)

Принимая во внимание многообразие различных форм бесконечных, возобновляемых и невозобновляемых ресурсов энергии, составьте перспективный план максимально рационального использования основных энергофондов

Беручи до уваги багатоманітність різних форм нескінченних, відновлюваних і невідновлюваних ресурсів енергії, складіть перспективний план максимально раціонального використання основних енергофондів

ature heat for heating buildings (space heating) for industrial processes and producing electricity, and mechanical energy for propelling vehicles. Conserving energy by decreasing the amount unnecessarily wasted in developing and using any of the supplemental energy resources shown in Figure 2-8 is also a major perpetual source of useful energy.

Most people think of solar energy in terms of direct heat from the sun. But broadly defined, **solar energy** includes not only the perpetual *direct* energy from the sun but also a variety of *indirect* forms of energy produced as a result of the direct input. Major indirect forms of solar energy include perpetual wind and falling and flowing water (hydropower), and renewable biomass (solar energy converted to chemical energy in trees and other plants).

We have learned how to capture some of these direct and indirect forms of solar energy. The direct input of energy from the sun is captured and used to heat water and buildings by passive solar energy systems: such as double- or triple-paned windows that face toward the sun and active solar energy systems; specially designed roof-mounted collectors that concentrate

бы обеспечить нагревание воды до высокой температуры, а нас обеспечить низкотемпературной энергией для нагрева зданий (нагревание пространства), для промышленных процессов, выработки электрической и механической энергии для передвижения транспортных средств. Сохранение и уменьшение количества напрасно потраченной энергии при разработке и использовании любого из дополнительных ресурсов энергии, показанных на рис. 2-8, также является главным бесконечным источником полезной энергии.

Большинство людей воспринимают солнечную энергию в виде высокой температуры Солнца. Однако в широком значении **солнечная энергия** включает не только бесконечную *непосредственную* энергию Солнца, но и разнообразие *косвенных форм* энергии, произведенной в результате прямого поступления солнечной энергии. Основные косвенные формы солнечной энергии включают естественный ветер, падение и течение воды (гидроэлектроэнергия) и возобновляемую биомассу, солнечную энергию, преобразованную в химическую энергию деревьями и другими растениями.

Мы научились поглощать некоторые из непосредственных и косвенных форм солнечной энергии. Непосредственный поток солнечной энергии поглощается и используется для того, чтобы нагреть воду и здания при помощи пассивных солнечных энергетических систем (таких как двойные или тройные панели, которые устанавливаются рабочей поверхностью к солнцу) и активных солнечных энергетических

кої температури, а нас забезпечити низькотемпературною енергією для нагрівання будинків (нагрівання простору), для промислових процесів, вироблення електричної і механічної енергії для пересування транспортних засобів. Збереження і зменшення кількості даремно витраченої енергії під час розроблення і використання кожного з додаткових ресурсів енергії, показані на рис. 2-8, також є головним нескінченним джерелом корисної енергії.

Більшість людей сприймають сонячну енергію у вигляді високої температури Сонця. Але в широкому значенні **сонячна енергія** включає не тільки нескінченну *безпосередню* енергію Сонця, а й різноманітні *непрямі* форми енергії, виробленої в результаті прямого надходження сонячної енергії. Основні непрямі форми сонячної енергії включають природний вітер, падіння і рух води (гідроелектроенергія) і поновлювану біомасу, сонячну енергію, перетворену в хімічну енергію деревами й іншими рослинами.

Ми навчилися поглинати деякі з безпосередніх і непрямих форм сонячної енергії. Безпосередній потік сонячної енергії поглинається і використовується для того, щоб нагріти воду і будинки за допомогою пасивних сонячних енергетичних систем (таких як подвійні чи потрійні панелі, що встановлюються робочою поверхнею до сонця) і активних сонячних енергетичних систем (спеціаль-

the energy and then use pumps to transfer this heat to water or the interior of a building. We have also developed wind turbines and hydroelectric power plants to convert indirect solar energy in the form of wind and falling or flowing water into electricity. Direct solar energy has also been converted to chemical energy stored in fossil fuels such as natural gas, coal. But this form of solar energy stored for us hundreds of millions of years ago is being used up at such a rapid rate that it is nonrenewable on a human time scale. About 82% of the supplemental energy used throughout the world are based on burning oil, natural gas, and coal. Supplies of oil (and perhaps natural gas) may become increasingly scarce and expensive within the next few decades.

2-4. FIRST LAW OF ENERGY: YOU CAN'T GET SOMETHING FOR NOTHING

To understand what happens when energy is transformed from one form to another in living systems and in devices invented by humans, we must become acquainted with two physical laws that govern all such

систем (спеціально розроблених для установки на крышах коллекторов, которые концентрируют энергию, а затем с помощью насосов передают высокую температуру воде или внутренним помещениям в здании). Мы также разработали ветряные турбины и гидроэлектростанции, чтобы преобразовать солнечную косвенную энергию в форме ветра, падения или течения воды в электричество. Непосредственная солнечная энергия также преобразуется в химическую энергию, накопленную в ископаемом топливе, таком как природный газ, уголь и сырая нефть. Но эта форма солнечной энергии, запасенная для нас сотни миллионов лет назад, исчерпывается такими быстрыми темпами, что данные ресурсы в человеческом временном масштабе являются невозобновляемыми. Приблизительно 82 % дополнительной энергии, используемой во всем мире, получается из бензина, природного газа и угля. Запасы нефти (и, возможно, природного газа) могут становиться все более и более недостаточными и дорогими в течение последующих нескольких десятилетий.

2-4. ПЕРВЫЙ ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ: ВЫ НЕ МОЖЕТЕ ПОЛУЧИТЬ НЕЧТО ИЗ НИЧЕГО

Чтобы понять, что же происходит, когда энергия преобразуется из одной формы в другую, в живых системах и в устройствах, изобретенных человеком, мы должны ознакомиться с двумя физическими законами, которые управляют всеми такими измене-

но розроблених для установки на дахах коллекторів, що концентрують енергію, а потім за допомогою насосів передають високу температуру воді чи внутрішнім приміщенням у будинку). Ми також розробили вітряні турбіни і гідроелектростанції, щоб перетворити сонячну непрямую енергію у формі вітру, падіння чи руху води в електрику. Безпосередня сонячна енергія також перетворюється в хімічну енергію, нагромаджену у викопному паливі, такому як природний газ, вугілля і сира нафта. Але ця форма сонячної енергії, запасена для нас сотні мільйонів років тому, вичерпується такими швидкими темпами, що дані ресурси в людському часовому масштабі є непоновлюваними. Приблизно 82 % додаткової енергії, використовуваної в усьому світі, виробляється з бензину, природного газу і вугілля. Запаси нафти (і, можливо, природного газу) можуть стати все більш і більш недостатніми і дорогими впродовж наступних кількох десятиліть.

2-4. ПЕРШИЙ ЗАКОН ЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГІЇ: ВИ НЕ МОЖЕТЕ ОДЕРЖАТИ ЩОСЬ ІЗ НИЧЕГО

Щоб зрозуміти, що ж відбувається, коли енергія перетворюється з однієї форми в іншу в живих системах і в пристроях, винайдених людиною, ми повинні ознайомитися з двома фізичними законами, що керують усіма такими змінами: пер-

changes: the first law of energy or thermodynamics and the second law of energy or thermodynamics. In studying millions of falling objects, physical and chemical changes, and changes of temperature in living and nonliving systems, scientists have observed and measured energy being transformed from one form to another, but they have never been able to detect any creation or destruction of energy. This important information about what we find occurring in nature without fail is summarized in the law of conservation of energy, also known as the first law of energy or thermodynamics. In any physical or chemical change, movement of matter from one place to another, or change in temperature, energy is neither created nor destroyed but merely converted from one form to another. In other words, the energy gained or lost by any living or nonliving system — must equal the energy lost or gained by its *surroundings* or *environment*.

For example, the total amount of chemical energy contained in a gallon of gasoline exactly equals the output of energy in the form of mechanical energy and heat when the gasoline is burned. This law also means that living things cannot create or destroy energy. Green plants obtain the energy they need by converting solar energy to chemical energy stored in

ниями: первым законом сохранения энергии, или первым законом термодинамики, и вторым законом сохранения энергии, или вторым законом термодинамики. При исследовании миллионов падающих объектов, физических и химических реакций и при изменении температуры в живых и неживых системах ученые изучали и измеряли энергию, преобразуемую из одной формы в другую, но они так и не смогли наблюдать создание или деструкцию самой энергии. Эта важная информация о том, что мы наверняка обнаруживаем в природе, суммирована в законе сохранения энергии, который также известен как первый закон сохранения энергии, или первый закон термодинамики. Во время любой физической или химической реакции, передвижения вещества с одного места на другое или изменения температуры энергия не создается, не разрушается, а просто преобразуется из одной формы в другую. Иными словами, энергия, полученная или утраченная живой или неживой системой, должна равняться энергии, утраченной или полученной из *окружающей среды*.

Например, общая сумма химической энергии, содержащейся в галлоне бензина, точно равняется выходу энергии в форме механической энергии и высокой температуры, полученной при сгорании бензина. Этот закон также означает, что живые существа не могут создавать или уничтожать энергию. Растения получают энергию, в которой они нуждаются, преобразуя солнечную энергию в химическую энергию, на-

шим законом збереження енергії, чи першим законом термодинаміки, і другим законом збереження енергії, чи другим законом термодинаміки. Під час дослідження мільйонів об'єктів, що падають, фізичних і хімічних реакцій і за зміни температури в живих і неживих системах учені вивчали і вимірювали енергію, перетворювану з однієї форми в іншу, але вони так і не змогли спостерігати утворення чи деструкцію самої енергії. Ця важлива інформація про те, що ми напевно виявляємо в природі, підсумована в законі збереження енергії, який також відомий як перший закон збереження енергії, чи перший закон термодинаміки. Під час будь-якої фізичної чи хімічної реакції, переміщення речовини з одного місця в інше чи зміни температури енергія не створюється, не руйнується, а просто перетворюється з однієї форми на іншу. Інакше кажучи, енергія, отримана або втрачена живою чи неживою системою, повинна дорівнювати енергії, втраченій чи одержаній з *навколишнього середовища*.

Наприклад, загальна сума хімічної енергії, що міститься в галоні бензину, точно дорівнює виходу енергії у формі механічної енергії і високої температури, отриманої при згорянні бензину. Цей закон також означає, що живі істоти не можуть створювати чи знищувати енергію. Рослини одержують енергію, яка їм необхідна, перетворюючи сонячну енергію на хімічну енергію, нагромаджену

sugar molecules such as glucose, which they produce through photosynthesis; animals get the energy they need by consuming plants or other animals. The first energy law also means that we can't get something for nothing. We often hear, for example, that huge amounts of energy are available from both the known and yet-to-be discovered deposits of oil, coal, natural gas, and uranium. However, the first law of thermodynamics tells us that there is really much less useful energy available than these estimates indicate because large amounts of energy must be used to find, remove, process, and transport these fuels to the point where they are used.

2-5. SECOND LAW OF ENERGY: YOU CAN'T BREAK EVEN

Energy Quality

Because the first law of energy states that energy can neither be created nor destroyed, you might think that there would always be enough energy. Yet after filling a car's tank with gasoline and driving around or using a battery until it is dead, you may have lost something. If it isn't energy, what is it? The answer involves understanding that energy varies in its *quality* or *ability to do useful work* — moving matter, changing the physical or chemical form of matter, or

копленню в молекулах сахара типа глюкози; таке преобразование происходит при помощи фотосинтеза. Животные получают энергию, в которой нуждаются, поглощая растения. Первый закон сохранения энергии также означает, что мы не можем получить нечто из ничего. Мы часто слышим, например, что доступными являются огромные количества энергии — как известные, так и еще не открытые месторождения нефти, угля, природного газа и урана. Однако первый закон термодинамики говорит нам, что в действительности доступной является намного менее полезная энергия, чем получаемая, потому что большое количество энергии должно быть потрачено на то, чтобы найти, переместить, обработать и перевезти это топливо туда, где оно используется.

2-5. ВТОРОЙ ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ: ВЫ НЕ МОЖЕТЕ ЕГО НАРУШИТЬ

Качество энергии

Поскольку первый закон энергии гласит, что энергия не может быть ни создана, ни разрушена, вы могли бы подумать, что у вас всегда будет достаточное количества энергии. Но все же, наполнив бензобак автомобиля и проехав определенное расстояние или использовав батарею до ее полной разрядки, вы, возможно, потеряли нечто. Если это не энергия, то что? Ответ включает в себя понимание того, что энергия изменяется по ее *качеству* или *способности выполнять полезную работу* — передвигая, изме-

в молекулах цукру типу глюкози; таке перетворення відбувається за допомогою фотосинтезу. Тварини одержують енергію, яка їм потрібна, споживаючи рослини. Перший закон збереження енергії також означає, що ми не можемо одержати щось із нічого. Ми часто чуємо, наприклад, що доступною є величезна кількість енергії — як відомі, так і ще не відкриті родовища нафти, вугілля, природного газу й урану. Однак перший закон термодинаміки говорить нам, що насправді доступною є набагато менш корисна енергія, ніж отримувана, оскільки велика кількість енергії має бути витрачена на те, щоб знайти, перемістити, обробити і перевезти це паливо туди, де воно використовується.

2-5. ДРУГИЙ ЗАКОН ЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГІЇ: ВИ НЕ МОЖЕТЕ ЙОГО ПОРУШИТИ

Якість енергії

Оскільки перший закон енергії говорить, що енергія не може бути ні створена, ні зруйнована, ви могли б подумати, що у вас завжди буде достатня кількість енергії. Але все-таки, наповнивши бензобак автомобіля і проїхавши певну відстань чи використавши батарею до її повного розрядження, ви, можливо, втратили щось. Якщо це не енергія, то що? Відповідь містить розуміння того, що енергія змінюється за її *якістю* чи *здатністю виконувати корисну роботу* — пересуваючи, зміню-

altering the temperature of matter. **High-quality energy**, like that in electricity, coal, oil, gasoline, sunlight, wind, nuclei of uranium-235, and high-temperature heat, is concentrated and has great ability to perform useful work. By contrast, **low-quality energy**, like low-temperature heat, is dispersed, or dilute, and has little ability to do useful work.

For instance, the total amount of low-temperature heat stored in the Atlantic Ocean is greater than the high-quality chemical energy stored in all the oil deposits in Saudi Arabia. But this low-quality heat is so widely dispersed in the ocean we can't do much with it.

Although sunlight is a form of high-quality energy, it does not melt metals or char our clothes because only a relatively small amount reaches each square meter of the earth's surface per minute or hour during daylight hours — even though the total amount of solar energy reaching the entire earth is enormous. Wind also is a form of high-quality energy, but to perform large amounts of useful work it must flow into a given area at a fairly high rate. Thus, the overall usefulness of a perpetual energy source such as direct sunlight, flowing water,

ная физическую или химическую форму вещества или изменяя его температуру. **Высококачественная энергия**, подобная заключенной в электричестве, угле, нефти, бензине, солнечном свете, ветре, ядре урана-235 и высокотемпературном тепле, находится в концентрированном виде и обладает большой способностью к выполнению полезной работы. И наоборот, **низкокачественная энергия**, например низкотемпературное тепло, рассеяна и имеет незначительную способность к выполнению полезной работы.

Например, общее количество низкотемпературного тепла, накопленного в Атлантическом океане, имеет большее количество высококачественной энергии, чем количество энергии, накопленное во всех нефтяных месторождениях Саудовской Аравии. Но эта низкокачественная температура настолько рассеяна в океане, что мы немного можем сделать с ее помощью.

Хотя солнечный свет — это форма высококачественной энергии, однако эта энергия не расплавит металлы и не почистит нашу одежду, потому что только относительно малое количество этой энергии достигает каждого квадратного метра поверхности Земли за минуту или час или в течение светового дня — даже при том, что суммарное количество солнечной энергии, достигающей земной поверхности, огромно. Ветер также является формой высококачественной энергии, но чтобы выполнить большое количество полезной работы, эта энергия должна поступать в данную область при довольно высо-

ючи фізичну чи хімічну форму речовини або змінюючи її температуру. **Високоякісна енергія**, подібна до тієї, що закладена в електриці, вугіллі, нафті, бензині, сонячному світлі, вітрі, ядрі урану-235 і високотемпературному теплі, перебуває в концентрованому вигляді і має велику здатність до виконання корисної роботи. І навпаки, **низькоякісна енергія**, така як низькотемпературне тепло, розсіяна і має незначну здатність до виконання корисної роботи.

Наприклад, загальна кількість низькотемпературного тепла, нагромадженого в Атлантичному океані, має більшу кількість високоякісної енергії, ніж кількість енергії, нагромадженої в усіх нафтових родовищах Саудівської Аравії. Але ця низькоякісна температура настільки розсіяна в океані, що ми небагато можемо зробити з її допомогою.

Хоча сонячне світло — це форма високоякісної енергії, однак ця енергія не розплавить метали і не почистить наш одяг, тому що тільки відносно мала кількість цієї енергії досягає кожного квадратного метра поверхні Землі за хвилину чи годину чи протягом світлового дня — навіть при тому, що сумарна кількість сонячної енергії, яка досягає земної поверхні, величезна. Вітер також є формою високоякісної енергії, але щоб виконати велику кількість корисної роботи, ця енергія повинна надходити в дану ділянку за досить високої швидкості. Отже, загальна цінність нескінчен-

and wind is determined both by its quality and by its flow rate (flux) — the amount of high-quality energy reaching a given area of the earth per unit of time. Unfortunately, many forms of high-quality energy, such as high-temperature heat, electricity, gasoline, hydrogen gas — (a useful fuel that can be produced by passing electricity through water), and concentrated sunlight, do not occur naturally. We must use other forms of high-quality energy like fossil, wood, or nuclear fuels to produce, concentrate, and store them, or to upgrade their quality so that they can be used to perform certain tasks.

When energy is changed from one form to another, some of the initial input of high-quality energy is always degraded, usually to low-quality heat, which is added to the environment

Second Law of Energy

Millions of measurements by scientists has shown that in any transfer of heat energy to useful work, some of the initial energy input is always degraded to lower-quality, less useful energy, usually low-temperature heat that flows into the

кой скорости. Таким образом, общая ценность бесконечного источника энергии в виде прямого солнечного света, текущей воды и ветра определяется как его качеством, так и скоростью его потока — количеством высококачественной энергии, достигающей данной области Земли за единицу времени. К сожалению, многие формы высококачественной энергии — высокотемпературное тепло, электричество, бензин, водородный газ (полезное топливо, которое можно производить, пропуская электричество через воду) и сконцентрированный солнечный свет — не встречаются в природе. Мы должны использовать другие формы высококачественной энергии — ископаемое топливо, древесину или ядерное топливо, чтобы производить, концентрировать и сохранять высококачественную энергию или видоизменять ее качество таким образом, чтобы ее можно было использовать для решения определенных задач.

Когда энергия переходит из одной формы в другую, некоторая часть начального количества высококачественной энергии всегда разлагается — обычно в низкокачественную температуру, переходящую в окружающую среду.

Второй закон сохранения энергии

Миллионы измерений, проведенных учеными, показали, что при любой передаче энергии высокой температуры для полезной работы часть начальной подводимой энергии всегда разлагается до уровня низкокачественной, менее полезной энергии; это

ного джерела енергії у вигляді прямого сонячного світла, потоку води і вітру визначається як його якістю, так і швидкістю його потоку — кількістю високоякісної енергії, що досягає даної ділянки Землі за одиницю часу. На жаль, багато форм високоякісної енергії, таких як високотемпературне тепло, електрика, бензин, водневий газ (корисне паливо, яке можна одержати, пропускаючи електрику через воду) і сконцентроване сонячне світло, не зустрічаються в природі. Ми повинні використовувати інші форми високоякісної енергії — викопне паливо, деревину чи ядерне паливо, щоб виробляти, концентрувати і зберігати високоякісну енергію чи видозмінювати її якість таким чином, щоб її можна було використовувати для виконання певних завдань.

Коли енергія переходить з однієї форми в іншу, певна частина початкової кількості високоякісної енергії завжди розкладається — звичайно в низькоякісну температуру, яка переходить у навколишнє середовище.

Другий закон збереження енергії

Мільйони вимірів, зроблених ученими, показали, що за будь-якого передавання енергії високої температури для корисної роботи частина початкової підведеної енергії завжди розкладається до рівня низькоякісної, менш корисної енергії; це за-

Practice Test

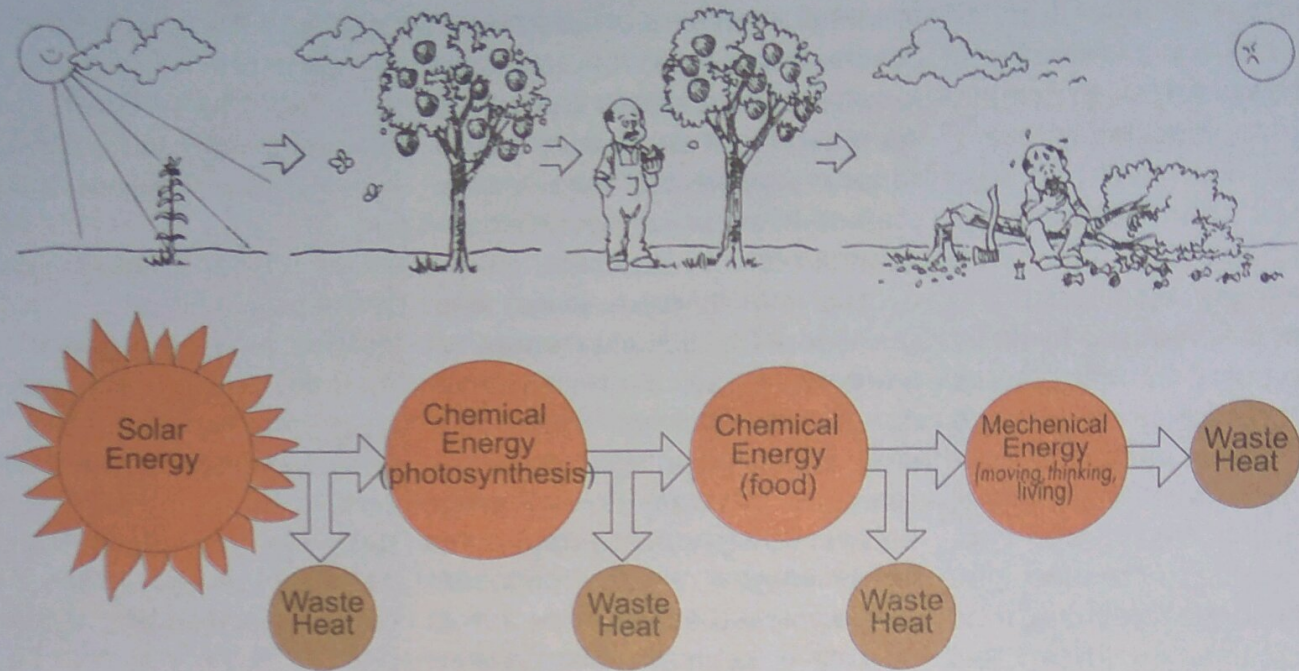


Figure 2-9

The second energy law. When energy is changed from one form to another, some of the initial input of high-quality energy is always degraded, usually to low-quality heat, which is added to the environment

Приведите примеры проявления второго закона сохранения энергии

Наведіть приклади вияву другого закону збереження енергії

environment. This summary of what we always find occurring in nature is known as **the second law of energy or thermodynamics**. No one has ever found a violation of this fundamental physical law. Consider three examples of the second energy law in action. First, when a car is driven, only about 10 % of the high-quality chemical energy available in its gasoline fuel are converted to mechanical energy used to propel the vehicle. The remaining 90 % are degraded to low-quality heat that is released into the environment. Second, when electrical ener-

обычно низкотемпературное тепло, переходящее в окружающую среду. Это резюме того, проявление чего мы всегда находим в природе; оно известно **как второй закон сохранения энергии, или второй закон термодинамики**. Никто и никогда не выявил нарушения этого фундаментального физического закона. Рассмотрим три примера второго закона сохранения энергии в действии. Первый пример — когда автомобиль приводится в движение приблизительно только 10 % высококачественной химической энергии, доступной для его бензинового топлива, преобразованного в механическую энергию, кото-

звичай низкотемпературне тепло, що переходить у навколишнє середовище. Це резюме того, прояв чого ми завжди знаходимо в природі, **воно відоме як другий закон збереження енергії, чи другий закон термодинаміки**. Ніхто і ніколи не виявляв порушення цього фундаментального фізичного закону. Розглянемо три приклади другого закону збереження енергії в дії. Перший приклад — коли автомобіль приводиться в рух приблизно тільки 10 % високоякісної хімічної енергії, доступної для його бензинового пального, перетвореного в механічну енергію, що використо-

gy flows through the filament wires in an incandescent light bulb, it is converted into a mixture of about 5 % useful radiant energy, or light, and 95 % low-quality heat. Much of modern civilization is built around the internal combustion engine and the incandescent light, which, respectively, waste 90 % and 95 % of their initial energy input. When oil and other forms of energy are abundant and cheap, such waste has little effect on the future availability of energy resources. But as oil and other nonrenewable energy resources become more scarce and expensive, reducing such unnecessary energy loss becomes quite important.

A third example of the degradation of energy quality takes place when a green plant converts solar energy to high-quality chemical energy stored in molecules of glucose and low-quality heat given off to the environment by the plant. When a person eats a plant food such as an apple, its high-quality chemical energy is transformed within the body to high-quality electrical and mechanical energy (used to move the body and perform other life processes) and low-quality heat. In each of these energy conversions some of

рая используется для движения транспортного средства. Оставшиеся 90 % разлагаются в низкокачественную теплоту, которая переходит в окружающую среду. Второй пример — когда электрическая энергия протекает через нить в лампе накаливания, она трансформируется в смесь, состоящую приблизительно из 5 % полезной лучевой энергии, или света, и 95 % низкокачественного тепла. Много в современной цивилизации построено вокруг двигателя внутреннего сгорания и света накаливания, которые соответственно теряют впустую 90 и 95 % начальной подводимой энергии. Когда нефть и другие формы энергии обильны и дешевы, такие затраты имеют небольшое влияние на наличие ресурсов энергии в будущем. Но поскольку нефть и другие невозобновляемые ресурсы энергии становятся дорогими вследствие их недостаточного количества, уменьшение потерь такой энергии становится весьма значимым.

Третий пример снижения качества энергии происходит, когда растение преобразует солнечную энергию в высококачественную химическую энергию, накопленную в молекулах глюкозы, и низкокачественное тепло, выделяемое в окружающую среду самим растением. Когда человек ест, например, яблоко, высококачественная химическая энергия этого плода превращается в организме человека в высококачественную электрическую и механическую энергию (используемую для того, чтобы перемещать тело и выполнять другие процессы жизнеобеспечения) и низко-

ується для руху транспортного засобу. 90 %, що залишилися, розкладаються в низькоякісну теплоту, яка переходить у навколишнє середовище. Другий приклад — коли електрична енергія проходить через нитку в лампі накаливання, вона трансформується в суміш, яка складається приблизно з 5 % корисної променевої енергії, чи світла, і 95 % низькоякісного тепла. Багато чого в сучасній цивілізації побудовано навколо двигуна внутрішнього згорання і світла розжареної добіла нитки накаливання, що відповідно витрачають марно 90 і 95 % початкової підвідної енергії. Коли нафта й інші форми енергії численні й дешеві, такі витрати мають незначний вплив на майбутню наявність ресурсів енергії. Але оскільки нафта й інші непоновлювані ресурси енергії стають дорогими внаслідок їх недостатньої кількості, зменшення втрати такої енергії стає дуже значущим.

Третій приклад зниження якості енергії відбувається, коли рослина перетворює сонячну енергію у високоякісну хімічну енергію, запасену в молекулах глюкози, і низькоякісне тепло, що виділяється в навколишнє середовище самою рослиною. Коли людина їсть, наприклад, яблуко, високоякісна хімічна енергія цього плоду перетворюється в організмі людини на високоякісну електричну й механічну енергію (яка використовується для того, щоб переміщати тіло і виконувати інші процеси життєзабезпечення) і низькоякісне тепло. У кожному з цих

the initial high-quality energy is degraded into lower-quality heat that flows into the environment (Figure 2-9). According to the first energy law, we will never run out of energy because energy can neither be created nor destroyed. But according to the second energy law, the overall supply of concentrated, high-quality energy available to us from all sources is being continually depleted and in the process converted to low-quality energy. Not only can we not get something for nothing in terms of energy quantity (the first energy law), we can't break even in terms of energy quality (the second energy law). The second energy law also means that we can never recycle or reuse high-quality energy to perform useful work. Once the high-quality energy in a piece of food, a gallon of gasoline, a lump of coal, or a piece of uranium is released, it is lost. Thus, the actual amount of useful, high-quality energy available from the world's supplies of coal, oil, natural gas, uranium, or any concentrated energy resource is even less than that predicted by the first energy law.

качественное тепло. В каждом из этих превращений энергии часть начальной высококачественной энергии разлагается в низкокачественное тепло, которое перетекает в окружающую среду (рис. 2-9). Согласно первому закону сохранения энергии мы никогда не исчерпаем энергию, потому что энергия не может быть ни создана, ни разрушена. Но согласно второму закону сохранения энергии общее поступление сконцентрированной, высококачественной энергии, доступной нам из всех источников, непрерывно истощается и в этом процессе преобразуется в низкокачественную энергию. Мало того, что мы не можем получить что-либо из ничего — имеется в виду количество энергии (первый закон сохранения энергии), мы не можем его нарушить даже с точки зрения качества энергии (второй закон сохранения энергии). Второй закон сохранения энергии также означает, что мы никогда не сможем перемещать или повторно использовать высококачественную энергию для выполнения полезной работы. Однажды высвобожденная высококачественная энергия из порции еды, галлона бензина, глыбы угля или куска урана — это потерянная энергия. Таким образом, фактическое количество полезной, высококачественной энергии, доступной из всемирных запасов угля, нефти, природного газа, урана или любого сконцентрированного ресурса энергии, даже меньше, чем спрогнозированное в соответствии с первым законом энергии.

перетворень енергії частина початкової високоякісної енергії розкладається в низькоякісне тепло, що переходить у навколишнє середовище (рис. 2-9). Відповідно до першого закону збереження енергії ми ніколи не вичерпаємо енергії, тому що енергія не може бути ні створена, ні зруйнована. Але відповідно до другого закону збереження енергії загальне надходження сконцентрованої, високоякісної енергії, доступної нам з усіх джерел, безупинно виснажується, і в цьому процесі перетворюється на низькоякісну енергію. Мало того, що ми не можемо одержати будь-що з нічого — мається на увазі кількість енергії (перший закон збереження енергії), ми не можемо його порушити навіть з погляду якості енергії (другий закон збереження енергії). Другий закон збереження енергії також означає, що ми ніколи не зможемо переміщати чи повторно використовувати високоякісну енергію для виконання корисної роботи. Один раз вивільнена високоякісна енергія з порції їжі, галона бензину, брили вугілля чи шматка урану — це втрачена енергія. Отже, фактична кількість корисної, високоякісної енергії, доступної із всесвітніх запасів вугілля, нафти, природного газу, урану чи будь-якого сконцентрованого ресурсу енергії, навіть менша, ніж спрогнозована відповідно до першого закону енергії.

Second Energy Law and Increasing Disorder

The second energy law can be stated in various ways. For example, since energy tends to flow or change spontaneously from a concentrated and ordered form to a more dispersed and disordered form, the second energy law also can be stated as follows: Heat always flows spontaneously from hot (high-quality energy) to cold (lower-quality energy). You learned this the first time you touched a hot stove. A cold sample of matter such as air has its heat energy dispersed in the random motion of its molecules. This is why heat energy at a low temperature can do little if any useful work. By observing the spontaneous processes that are going on around us, we might conclude that a system of matter spontaneously tends toward increasing randomness or disorder, often-called **entropy**. A vase falls to the floor and shatters into a more disordered state. Your desk and room seem to spontaneously become more disordered after a few weeks of benign neglect (Figure 2-10).

Smoke from a smokestack and exhausts from an automobile disperse spontaneously to a more random or disordered state in the atmosphere, and thus air pollution levels decrease. Similarly, pollutants

Второй закон сохранения энергии и увеличение энтропии

Второй закон сохранения энергии может быть представлен различными способами. Например, поскольку энергия имеет тенденцию спонтанно переходить или изменяться от концентрированной и упорядоченной формы к более рассеянной и беспорядочной, второй закон сохранения энергии может быть представлен следующим образом: высокая температура всегда спонтанно переходит от высококачественной тепловой энергии к низкокачественной тепловой энергии. Вы узнали об этом в первый раз, когда прикоснулись к горячей печи. В холодном образце вещества, например воздуха, тепловая энергия рассеивается при хаотичном движении его молекул. Вот почему тепловая энергия при низкой температуре не может выполнить большого количества какой-либо полезной работы. Наблюдая самопроизвольные процессы, происходящие вокруг нас, мы могли бы сделать вывод, что система вещества имеет тенденцию к спонтанному увеличению случайности или неупорядоченности, часто называемой **энтропией**. Ваза падает на пол и разбивается на фрагменты с увеличивающейся степенью энтропии. Ваш стол и комната спонтанно окажутся в беспорядке после нескольких недель пренебрежительного отношения к ним (рис. 2-10).

Дым от дымовой трубы и выхлопы из автомобиля рассеиваются, спонтанно стремясь к случайному или более беспорядочному состоянию в атмосфере, таким образом уменьшая уровень загрязнения воздуха. Точно так же загряз-

Другий закон збереження енергії і збільшення ентропії

Другий закон збереження енергії може бути поданий різними способами. Наприклад, оскільки енергія має тенденцію спонтанно переходити чи змінюватися від концентрованої й упорядкованої форми до більш розсіяної і безладної, другий закон збереження енергії може бути поданий так: висока температура завжди спонтанно переходить від високоякісної теплової енергії до низькоякісної теплової енергії. Ви довідалися про це вперше, коли доторкнулися до гарячої печі. У холодному зразку речовини, наприклад повітря, теплова енергія розсіюється за хаотичного руху його молекул. Ось чому теплова енергія за низької температури не може виконати велику кількість будь-якої корисної роботи. Спостерігаючи мимовільні процеси, що відбуваються навколо нас, ми могли б зробити висновок, що система речовини має тенденцію до спонтанного збільшення випадковості чи неупорядкованості, що часто називається **ентропією**. Ваза падає на підлогу і розбивається на фрагменти зі збільшуваним ступенем ентропії. На вашому столі й у кімнаті спонтанно запанує безлад після кількох тижнів зневажливого ставлення до них (рис. 2-10).

Дим від димаря і вихлопи з автомобіля розсіюються, спонтанно прагнучи до випадкового чи більш безладного стану в атмосфері, таким чином зменшуючи рівень забруднення повітря. Так само забруднювальні



Figure 2-10

The spontaneous tendency toward increasing disorder or entropy of a system and its surroundings

Создайте свой графический образ противодействия человека энтропии

Створіть свій графічний образ протидії людини ентропії

dumped into a river spread spontaneously throughout the water. Indeed, until we discovered that the atmosphere and water systems could be overloaded, we assumed that such spontaneous dilution was an easy and cheap solution to air and water pollution.

But the hypothesis that *all* systems tend spontaneously toward increasing disorder or entropy is incorrect. Some systems do and some don't. For example, living systems survive only by maintaining highly ordered (low-entropy) systems

няючіе вещества, выброшенные в реку, спонтанно распространяются с помощью воды. И действительно, пока мы не обнаружили, что атмосфера и водные системы могут быть перегружены, мы предполагали, что такое непосредственное разбавление было легким и дешевым решением проблемы загрязнения воды и воздуха.

Но гипотеза, что *все* системы имеют тенденцию к спонтанно увеличивающейся неупорядоченности, или энтропии, неправильна. Некоторые системы имеют такую тенденцию, а некоторые нет. Например, живые системы выживают, только поддерживая функ-

речовини, викинуті в ріку, спонтанно поширюються за допомогою води. І справді, поки ми не виявили, що атмосфера і водні системи можуть бути перевантажені, ми припускали, що таке безпосереднє розбавлення було легким і дешевим розв'язанням проблеми забруднення води і повітря.

Але гіпотеза, що *всі* системи мають тенденцію до спонтанно збільшуваної неупорядкованості, чи ентропії, неправильна. Деякі системи мають таку тенденцію, а деякі ні. Наприклад, живі системи виживають, тільки підтримуючи функціональність

of molecules and cells. You are a walking, talking contradiction of the idea that systems tend spontaneously toward increasing disorder or entropy. One way out of this seeming dilemma is to look at changes in disorder not just *within* a system but both in the system and in its environment. Look at your own body. To form and preserve its highly ordered arrangement of molecules and its organized network of chemical changes, you must continually obtain matter resources and high-quality energy resources from your surroundings, use these resources, and then return more-disordered, low-quality heat and waste matter to your surroundings. For example, your body continuously gives off heat equal to that of a 100-watt light bulb—explaining why a closed room full of people gets warm. Planting, growing, processing, and cooking the foods you eat all require additional use of high-quality energy and matter resources that add heat and waste materials to the environment.

In addition, enormous amounts of low-quality heat (disorder) and waste matter are added to the environment when concentrated deposits of minerals and fuels are extracted from the earth, processed,

циональность высокоупорядоченных систем (с низкой энтропией) молекул и клеток. Вы, прогуливаясь, разговариваете о противоречии идеи, которая систематизирует тенденцию стремления к спонтанному увеличению энтропии. Одним выходом из этой дилеммы является поиск изменений энтропии не только в *пределах* системы, а и в окружающей среде. Посмотрите на ваше собственное тело. Чтобы сформировать и сохранить его высокоорганизованное расположение молекул и его организованную сетку химических реакций, вы должны непрерывно получать ресурсы вещества и высококачественную энергию из окружающей вас среды, использовать эти ресурсы и затем превратить эту энергию и ресурсы в беспорядочное, низкокачественное тепло и отдать его окружающей среде. Например, ваше тело непрерывно выделяет тепло, которое равняется количеству тепла, выделяемого лампочкой мощностью в 100 Ватт, что и объясняет, почему в закрытой комнате, наполненной людьми, становится тепло. Посадка, выращивание, обработка и приготовление пищевых продуктов, которые вы едите, — все это требует дополнительного использования высококачественной энергии и ресурсов вещества, которые, в свою очередь, добавляют тепло и ненужные вещества в окружающую среду.

Кроме того, огромные количества низкокачественного тепла и ненужных веществ добавляются в окружающую среду, когда концентрированные залежи полезных ископаемых и топлива извлекаются из земли, обрабатываются и

високоупорядкованих систем (з низькою ентропією) молекул і клітин. Ви, прогулюючись, розмовляєте про суперечливість ідеї, яка систематизує тенденцію прагнення до спонтанного збільшення ентропії. Одним виходом із цієї дилеми є пошук змін ентропії не тільки в межах системи, а й у навколишньому середовищі. Подивіться на ваше власне тіло. Щоб сформувати і зберігати його високоорганізоване розміщення молекул і його організовану сітку хімічних реакцій, ви повинні безперервно одержувати ресурси речовини і високоякісну енергію з навколишнього середовища, використовувати ці ресурси і потім перетворити цю енергію і ресурси в безладне, низькоякісне тепло й віддати його навколишньому середовищу. Наприклад, ваше тіло безперервно виділяє тепло, що дорівнює кількості тепла, яке виділяє лампочка потужністю в 100 Ват, що і пояснює, чому в закритій кімнаті, наповненій людьми, стає тепло. Висаджування, вирощування, оброблення і приготування харчових продуктів, які ви їсте, — усе це потребує додаткового використання високоякісної енергії і ресурсів речовини, що, своєю чергою, додають тепло і непотрібні речовини в навколишнє середовище.

Крім того, величезна кількість низькоякісного тепла і непотрібних речовин додаються в навколишнє середовище, коли концентровані поклади корисних копалин і палива добуваються з землі, обробляються і вико-

and used or burned to heat and cool the buildings you use, to transport you, and to make roads, clothes, shelter, and other items you use.

Measurements show that the total amount of disorder, or entropy, in the form of low-quality heat, added to the environment to keep you (or any living thing) alive. Thus, all forms of life are tiny pockets of order maintained by creating a sea of disorder around them selves. The primary characteristic of any advanced industrial society is an ever-increasing flow of high-quality energy to maintain the order. As a result, today's advanced industrial societies are adding more entropy to the environment than at any other time in human history. Considering the system and surroundings as a whole, experimental measurement always reveal a net increase in entropy with any spontaneous chemical or physical change. Thus, our original hypothesis must be modified to include the surroundings: Any system and its surroundings as a whole spontaneously tend toward increasing randomness, disorder, or entropy. This is another way of stating the second energy law, or second law of thermodynamics.

используются или сжигаются, для того чтобы нагреть и охладить здания, которыми вы пользуетесь, для вашей транспортировки, для про-кладки дорог, изготовления одежды, укрытий и других вещей, которые вы используете.

Измерения показывают, что общая сумма неупорядоченности, или энтропии, в форме низкокачественного тепла, переданная окружающей среде, поддерживает в вас (или любом живом существе) жизнь. Таким образом, все формы жизни — это крохотные ниши поддерживаемого порядка, которые создают при этом вокруг себя море неупорядоченности. Первичная характеристика любого развитого индустриального общества обозначает всевозрастающий поток высококачественной энергии с целью поддержания порядка. В результате сегодняшние развитые индустриальные общества добавляют гораздо большее количество энтропии в окружающую среду, чем в любое другое время человеческой истории. При рассмотрении системы и ее окружения в целом экспериментальные измерения всегда показывают абсолютное увеличение энтропии, связанное с любой химической или физической трансформацией. Таким образом, наша первоначальная гипотеза должна быть изменена с целью включения в нее окружающей среды: любая система и ее окружение в целом имеют тенденцию к спонтанному увеличению случайности, неупорядоченности, или энтропии. Это — другой путь проявления второго закона сохранения энергии, или второго закона термодинамики.

ристовуються чи спалюються, для того щоб нагріти або остудити будинки, якими ви користуєтеся, для вашого транспортування, для прокладання доріг, виготовлення одягу, укриттів та інших речей, які ви використовуєте.

Виміри показують, що загальна сума неупорядкованості, чи ентропії, у формі низькоякісного тепла, передана навколишньому середовищу, підтримує у вас (чи будь-якій живій істоті) життя. Отже, усі форми життя — це крихітні ніші підтримуваного порядку, що створюють при цьому навколо себе море неупорядкованості. Первинна характеристика будь-якого розвинутого індустріального суспільства позначає дедалі зростаючий потік високоякісної енергії з метою підтримування порядку. У результаті сьогоднішні розвинуті індустріальні суспільства додають набагато більшу кількість ентропії в навколишнє середовище, ніж у будь-який інший час людської історії. За розгляду системи та її оточення в цілому, експериментальні виміри завжди показують абсолютне збільшення ентропії, зв'язане з будь-якою хімічною чи фізичною трансформацією. Отже, наша первісна гіпотеза має бути змінена з метою включення в неї навколишнього середовища: будь-яка система і її оточення в цілому мають тенденцію до спонтанного збільшення випадковості, неупорядкованості, чи ентропії. Це — інший шлях вияву другого закону збереження енергії, чи другого закону термодинаміки.

2-6. ENERGY LAWS AND ENERGY RESOURCES

Which Energy Resources Should We Develop?

The history of energy use since the Industrial Revolution has shown that it takes about 50 years to develop any new energy resource. Thus, today's energy research and development will largely determine the energy resources available to us 50 years from now.

Increasing Energy Efficiency

One way to cut energy waste and save money, at least in the long run, is to increase **energy efficiency** — the percentage of the total energy input that does useful work and is not converted into low-quality, essentially useless heat in an energy conversion system. The energy conversion devices we use vary considerably in their energy efficiencies. We can reduce waste by using the most efficient processes or devices available and by trying to make them more efficient.

We can save energy and money by buying the most energy-efficient home heating

2-6. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Какие энергетические ресурсы мы должны развивать?

История использования энергии начиная с промышленной революции показала, что необходимо приблизительно 50 лет, чтобы разработать любой новый ресурс энергии. Таким образом, сегодняшнее исследование энергии и ее развития в значительной степени определяют ресурсы энергии, доступные нам в течение 50 лет начиная с этого времени.

Увеличение эффективности использования энергии

Один из способов сократить ненужную трату энергии и сохранить деньги, по крайней мере при долгосрочном управлении, заключается в повышении **эффективности использования энергии**, что выражается в процентном соотношении эффективности суммарного ввода энергии, которая выполняет полезную работу и не преобразована в низкокачественное, по сути, бесполезное тепло в системе трансформации энергии. Устройства трансформации энергии, которые мы используем, довольно разнообразны по их энергетической эффективности. Мы можем уменьшать расходы, используя наиболее эффективные из доступных процессов трансформации, а также пытаемся сделать устройства для трансформации энергии более эффективными.

Мы можем сохранять энергию и деньги, покупая наиболее энергетически эффективные домаш-

2-6. ЗАКОНИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГІЇ Й ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ

Які енергетичні ресурси ми повинні розвивати?

Історія використання енергії починаючи з промислової революції показала, що треба приблизно 50 років, щоб розробити будь-який новий ресурс енергії. Отже, сьогоднішнє дослідження енергії і її розвитку великою мірою визначають ресурси енергії, доступні нам протягом 50 років починаючи з цього часу.

Збільшення ефективності використання енергії

Один зі способів скоротити непотрібну витрату енергії і зберегти гроші, принаймні за довгострокового керування, полягає у підвищенні **ефективності використання енергії**, що виражається в процентному співвідношенні ефективності сумарного введення енергії, яка виконує корисну роботу і не перетворена в низькоякісне, власне кажучи, марне тепло в системі трансформації енергії. Пристрої трансформації енергії, які ми використовуємо, доволі різноманітні за їх енергетичною ефективністю. Ми можемо зменшувати витрати, використовуючи найбільш ефективні з доступних процесів трансформації, а також намагаючись зробити пристрої для трансформації енергії ефективнішими.

Ми можемо зберігати енергію і гроші, купуючи найбільш енергетично ефективні домашні сис-

systems, hot water heaters, automobiles, air conditioners, refrigerators, and other household appliances available. The initial cost of the most energy-efficient models is usually higher, but in the long run they save money.

The net efficiency of the entire energy delivery system for a heating system, hot water heater, or car is determined by finding the energy efficiency of each energy conversion step in the system: extracting the fuel, purifying and upgrading it to a useful form, transporting it, and finally using it. Energy efficiencies are determined for heating a well-insulated home (1) passively with an input of direct solar energy through south-facing windows and (2) with electricity produced at a nuclear power plant and transported by wire to the home and converted to heat.

This analysis reveals that converting high-quality chemical or nuclear energy in nuclear fuel to high-quality heat at several thousand degrees, converting this heat to high-quality electricity, and then using the electricity to provide low-quality heat for warming a house to only about 20 °C (68 °F) is extremely wasteful of high-quality energy.

According to energy expert Amory Lovins, such use of

ние системы обогрева, нагревания воды, автомобили, кондиционеры, холодильные устройства и другие домашние приборы. Начальная стоимость энергетически более эффективных моделей обычно выше, но в конечном счете они экономят деньги.

Коэффициент полезного действия всей системы доставки энергии к системам отопления, нагрева воды или автомобиля определяется исходя из эффективности каждого этапа превращения энергии в системе: извлечение топлива, очистка и его обогащение до приемлемой формы, его транспортировка и, наконец, использование. Эффективность использования энергии определяется при нагревании хорошо изолированного дома (1) пассивным поступлением непосредственной солнечной энергии через выходящие на юг окна и (2) электричеством, произведенным на атомной электростанции и транспортированным при помощи проводов к дому и затем преобразованным в высокую температуру.

Анализ показывает, что преобразование высококачественной химической или ядерной энергии ядерного топлива в высококачественную высокую температуру в несколько тысяч градусов, преобразование этой высокой температуры в высококачественное электричество и затем использование электричества для обеспечения низкокачественной температуры для нагревания дома до 20 °C (68 °F) является чрезвычайным расточительством высококачественной энергии.

По мнению эксперта по вопросам энергии Амори Ловинс, такое

теми обігріву, нагрівання води, автомобілі, кондиціонери, холодильні пристрої та інші домашні прилади. Початкова вартість енергетично більш ефективних моделей звичайно вища, але зрештою вони заощаджують гроші.

Коефіцієнт корисної дії всієї системи доставки енергії до систем опалення, нагрівання води чи автомобіля визначається виходячи з ефективності кожного етапу перетворення енергії в системі: видобування палива, очищення і його збагачення до прийнятної форми, його транспортування і, нарешті, використання. Ефективність використання енергії визначається при нагріванні добре ізольованого будинку (1) пасивним надходженням безпосередньої сонячної енергії через вікна, які виходять на південь, і (2) електрикою, виробленою на атомній електростанції і транспортованою за допомогою проводів до будинку і потім перетвореною на високу температуру.

Аналіз показує, що перетворення високоякісної хімічної чи ядерної енергії ядерного палива у високоякісну високу температуру в кілька тисяч градусів, перетворення цієї високої температури на високоякісну електрику і потім використання електрики для забезпечення низькоякісної температури для нагрівання будинку до 20 °C (68 °F) є надзвичайним марнотратством високоякісної енергії.

На думку експерта з питань енергії Амори Ловінс, таке вико-

high-quality energy to provide low-quality heat «is like using a chain saw to cut butter».

By contrast, it is much less wasteful of high-quality energy to use a passive or active solar heating system to obtain low-quality heat from the environment.

Lovins argues that high-quality electrical energy should be used only for purposes where energy of that quality is needed, primarily to run lights and motors, refine copper, and produce glass, iron, and steel. Lovins has shown that the United States already has more than enough power plants to produce electricity to meet all such essential needs until 2009 — perhaps until 2025 — if we eliminated all use of electricity for heating indoor space and water. Critics point out that even though electricity is wasteful of energy when used for certain purposes, people use it to heat homes and hot water because it is convenient.

Energy efficiencies for a variety of space-heating systems too. The cheapest and most energy-efficient way to provide heating is to build a superinsulated house that has no need for any type of conventional heating system. All of its space heating would be

использование высококачественной энергии для обеспечения низкогокачественной температуры подобно использованию пилы для того, чтобы разрезать масло.

Напротив, менее расточительным является использование высококачественной энергии в виде пассивной или активной солнечной системы нагрева для получения низкокачественного тепла окружающей среды.

Ловинс доказывает, что высококачественная электрическая энергия должна использоваться только для целей, когда необходима энергия именно этого качества, прежде всего для управления освещением и двигателями, очистки меди и производства стекла, железа и стали. Ловинс показывает, что Соединенные Штаты уже имеют более чем достаточно электростанций для производства электричества, чтобы удовлетворить все существенные потребности до 2009, а возможно, и до 2025 года, если полностью исключить использование электричества для нагрева внутреннего пространства и воды. Критики подчеркивают, что хотя электричество — это расточительство энергии, когда его используют для некоторых целей, но люди применяют именно электричество для нагревания домов и воды, потому что это удобно.

Энергия также эффективна для различных систем нагревания пространства. Самый дешевый и наиболее энергетически эффективный способ обеспечить нагревание заключается в том, чтобы построить сверхизолированный дом, не нуждающийся в обычной системе обогрева. Все нагрева-

ристання високоякісної енергії для забезпечення низькоякісної температури подібно використанню пилки для того, щоб розрізати масло.

Навпроти, менш марнотратним є використання високоякісної енергії у вигляді пасивної чи активної сонячної системи нагрівання для того, щоб одержати низькоякісне тепло навколишнього середовища.

Ловінс доводить, що високоякісна електрична енергія повинна використовуватися тільки для цілей, коли необхідна енергія саме цієї якості, насамперед для керування освітленням і двигунами, очищення міді і виробництва скла, заліза і сталі. Ловінс показує, що Сполучені Штати вже мають надмір електростанцій для виробництва електрики, щоб задовольнити всі нагальні потреби до 2009, а можливо, і до 2025 року, якщо цілком виключити використання електрики для нагрівання внутрішнього простору і води. Критики підкреслюють, що хоч електрика — це марнотратство енергії, коли її використовують для певних цілей, проте люди застосовують саме електрику, щоб нагріти будинок і воду, бо це зручно.

Енергія також ефективна для різних систем нагрівання простору. Найдешевший і найбільш енергетично ефективний спосіб забезпечити нагрівання полягає в тому, щоб побудувати надізолюваний будинок, який не має потреби в звичайній системі нагрівання. Усе нагрівання

provided by a combination of passive solar gain (about 59%), waste heat from appliances (33%), and body heat from its occupants (8%). Passive solar heating is the next most efficient and cheapest in lifetime cost to heat a house. The least efficient and most expensive way to heat a house is with electricity produced by nuclear power plants. For example, in 1986 the average price of obtaining 250,000 kilocalories (1 million British thermal units) for heating space or water in the United States was \$ 5.65 using natural gas, \$ 5.95 using fuel oil, and \$ 21.91 using electricity. A similar net energy efficiency analysis for heating water for washing and bathing.

Again the least efficient way is to use electricity produced by nuclear power plants. The most efficient method is to use tangles; instant water heater fired by natural gas or liquefied petroleum gas.

Such heaters fit under a sink and burn fuel only when the hot water faucet is turned on, heating the water instantly as it flows through a small burner chamber and providing hot water only when and as long as it is needed. An well-

ние его пространства обеспечилось бы комбинацией пассивной солнечной энергии (приблизительно 59 %), ненужным теплом от приборов (33 %) и температурой, исходящей от тел его обитателей. Нагревание при помощи пассивной системы солнечной энергии является следующим наиболее эффективным и самым дешевым по стоимости и продолжительности эксплуатации методом обогреть дом. Наименее эффективный и наиболее дорогой способ обогреть дом — при помощи электричества, произведенного на атомных электростанциях. Например, в 1986 г. средняя цена получения 250 000 килокалорий (1 миллион британских единиц тепла) для нагревающегося пространства или воды в Соединенных Штатах составляла \$ 5,65 при использовании природного газа, \$ 5,95 при использовании мазута, \$ 21,91 при использовании электричества. Подобный анализ эффективности энергии и при нагревании воды для мытья и купания.

Еще один малоэффективный путь — использовать электричество, произведенное атомными электростанциями. А наиболее эффективный метод заключается в том, чтобы использовать мгновенное нагревание воды при помощи природного или сжиженного газа.

Такие нагреватели монтируют в системе горячего водоснабжения; они сжигают топливо, только если включен вентиль горячей воды, мгновенно нагревая воду, когда она течет через малую камеру горелки. Обеспечение горячей водой происходит, только по-

його простору забезпечилося б комбінацією пасивної сонячної енергії (приблизно 59 %), непотрібним теплом від приладів (33 %) і температурою, що йде від тіл його мешканців. Нагрівання за допомогою пасивної системи сонячної енергії є наступним найбільш ефективним і найдешевшим за вартістю і тривалістю експлуатації методом нагріти будинок. Найменш ефективний і найдорожчий спосіб нагрівати будинок — за допомогою електрики, виробленої на атомних електростанціях. Наприклад, 1986 р. середня ціна одержання 250 000 кілокалорій (1 мільйон британських одиниць тепла) для простору, що нагрівається, чи води в Сполучених Штатах становила \$ 5,65 за використання природного газу, \$ 5,95 за використання мазуту, \$ 21,91 за використання електрики. Подібним є аналіз ефективності енергії і для нагрівання води для миття і купання.

Ще один малоефективний спосіб — використовувати електрику, вироблену атомними електростанціями. А найбільш ефективний метод полягає в тому, щоб використовувати миттєве нагрівання води за допомогою природного чи зрідженого газу.

Такі нагрівачі монтують у системі гарячого водопостачання; вони спалюють паливо, тільки якщо включений вентиль гарячої води, миттєво нагріваючи воду, коли вона тече через малу камеру пальника. Забезпечення гарячою водою відбувається,

insulated, conventional natural gas water heater is also efficient.

Lists net energy efficiencies for several automobile engine systems. Note that the net energy efficiency for a car powered by a conventional internal combustion engine is only about 10 %. In other words, about 90 % of the energy in crude oil are wasted by its conversion to gasoline and its subsequent combustion to move a car. An electric engine with batteries recharged by electricity from a hydroelectric power plant has a net efficiency almost three times that of a gasoline-burning internal combustion engine, but, electric cars will not be cost-effective unless scientists can develop more affordable, longer-lasting batteries. The second most efficient system is a car with a gas turbine engine. American, Japanese, and European car-makers have prototype gas turbine engines, but they need more development to determine whether they are cost-effective.

Energy waste can also be reduced by development of more energy efficient furnaces, lights, and other devices. Examples include heating systems that heat only the occupants of a building rather than the entire inside space and plastic light pipes and

ка это необходимо. Хорошо изолированный обычный нагреватель, работающий на природном газе, также эффективен.

Рассмотрим КПД нескольких автомобильных двигателей. Обратите внимание, что КПД автомобиля, оснащенного обычным двигателем внутреннего сгорания, лишь около 10 %. То есть приблизительно 90 % энергии сырой нефти потрачено впустую при ее преобразовании в бензин с последующим сжиганием, чтобы переместить автомобиль. Электрический двигатель на батареях, перезаряжаемых электричеством от гидроэлектрической станции, имеет общий коэффициент полезного действия почти в три раза больше, чем у сжигаемого бензина в двигателе внутреннего сгорания, но электрические автомобили не будут рентабельны, если ученые не смогут разработать более доступные, с длительным сроком эксплуатации батареи. Вторая наиболее эффективная система — автомобиль с газотурбинным двигателем. Американские, японские и европейские автомобилестроители имеют прототип газотурбинного двигателя, но он нуждается в значительной доработке, для того чтобы определить, является ли такой двигатель рентабельным.

Бессмысленная трата энергии может также быть уменьшена при помощи повышения энергетической эффективности печей, освещения и других устройств. Примером могут служить системы, обогревающие только обитателей, а не все внутреннее пространство, пластмассовые легкие

тільки поки це необхідно. Добре ізольований звичайний нагрівач, що працює на природному газі, також ефективний.

Розглянемо ККД кількох автомобільних двигунів. Зверніть увагу, що ККД автомобіля, оснащеного звичайним двигуном внутрішнього згорання, становить тільки близько 10 %. Тобто приблизно 90 % енергії сирої нафти витрачено марно під час її перетворення в бензин з наступним спалюванням, щоб перемістити автомобіль. Електричний двигун на батареях, що перезаряджаються електрикою від гідроелектричної станції, має загальний коефіцієнт корисної дії майже в три рази більший, ніж у бензину, що спалюється, у двигуні внутрішнього згорання, але електричні автомобілі не будуть рентабельними, якщо вчені не зможуть розробити більш доступні, із тривалим терміном експлуатації батареї. Друга найбільш ефективна система — автомобіль з газотурбінним двигуном. Американські, японські та європейські автомобілебудівники мають прототип газотурбінного двигуна, але він потребує значного доведення, для того щоб визначити, чи рентабельний такий двигун.

Безглузда витрата енергії може також бути зменшена за допомогою підвищення енергетичної ефективності печей, освітлення й інших пристроїв. Прикладом можуть служити системи, що обігрівають тільки мешканців, а не весь внутрішній простір, пластмасові легкі труби

light-emitting devices (diodes) that convert 10 to 20 times more electrical energy to visible light than incandescent or fluorescent bulbs. Using Waste Heat Because of the second energy law, high-quality energy cannot be recycled and is eventually degraded to low-temperature heat that flows into the environment. However, the rate at which waste heat flows into the environment can be slowed. For instance, in cold weather an uninstalled, leaky house loses heat almost as fast as it is produced. By contrast, a well-insulated, airtight house can retain most of its heat for five to ten hours, and a well-designed, superinsulated house can retain most of its heat up to four days. In some office buildings, waste heat from lights, computers, and other machines is collected and distributed to reduce heating bills during cold weather, or exhausted in hot weather to reduce cooling bills. Waste heat from industrial plants and electrical power plants can also be distributed through insulated pipes and used as a district heating system for nearby buildings and homes, greenhouses, and fish ponds, as is done in some parts of Europe.

трубы и светоизлучающие устройства (диоды), которые преобразуют в 10-20 раз большее количество электрической энергии в видимый свет, чем это делает нить накаливания или флуоресцентные трубки. При бессмысленной трате тепла согласно второму закону сохранения энергии высококачественная энергия не может быть вновь использована, и в конечном счете она разлагается до уровня низкотемпературного тепла, переходящего в окружающую среду. Однако величина перехода тепловых потоков в окружающую среду может быть уменьшена. Например, в холодную погоду негерметичный дом теряет тепло почти с такой же скоростью, с какой это тепло поступает. И наоборот, хорошо изолированный, герметичный дом может сохранить большую часть тепла на пять-десять часов, и хорошо сконструированный сверхизолированный дом может сохранить большую часть тепла до четырех дней. В некоторых офисах потеря тепла при освещении, от компьютеров и других механизмов собирается и перераспределяется, чтобы уменьшить счета за отопление в холодную погоду, а в жаркую погоду — чтобы уменьшить счета за охлаждение. Потеря тепла на промышленных предприятиях и тепловых электростанциях может также быть перераспределена при помощи изолированных труб при использовании в качестве системы теплоснабжения в районе близлежащих зданий и домов оранжерей и водоемов для разведения рыбы, как это делается в некоторых странах Европы.

і світловипромінювальні пристрої (діоди), що перетворюють у 10-20 разів більшу кількість електричної енергії у видиме світло, ніж нитка накалювання чи флуоресцентні трубки. За безглуздої витрати тепла відповідно до другого закону збереження енергії високоякісна енергія не може бути знову використана, і зрештою вона розкладається до рівня низькотемпературного тепла, що переходить у навколишнє середовище. Однак величина переходу теплових потоків у навколишнє середовище може бути зменшена. Наприклад, у холодну погоду негерметичний будинок утрачає тепло майже з такою самою швидкістю, з якою це тепло надходить. І навпаки, добре ізольований, герметичний будинок може зберегти велику частину тепла на п'ять-десять годин, і добре сконструйований надізолюваний будинок може зберегти велику частину тепла до чотирьох днів. У деяких офісах утрата тепла при освітленні, від комп'ютерів і інших механізмів збирається і перерозподіляється, щоб зменшити рахунки за опалення в холодну погоду, а в жарку погоду — щоб зменшити рахунки за охолодження. Утрата тепла на індустриальних підприємствах і теплових електростанціях може також бути перерозподілена за допомогою ізольованих труб при використанні як системи теплопостачання в районі прилеглих будинків і будинків оранжерей та водоемів для розведення риби, як це робиться в деяких країнах Європи.

Waste heat from coal-fired and other industrial boilers can be used to produce electricity at half the cost of buying it from a utility company. The electricity can be used by the plant or sold to the local Power Company for general use. This combined production of high-temperature heat and electricity, known as *cogeneration*, is widely used in industrial plants throughout Europe. Cogeneration at industrial sites produced 22 % of the electricity used in the United States in 1920. By 1986, however, the amount was only about 5%, primarily because most utility companies charge high back-up rates when a cogenerating system is out of operation and pay low prices for cogenerated electricity. If all large industrial boilers used cogeneration, they could produce electricity equivalent to that of 30 to 200 nuclear or coal-fired power plants (depending on the technology used) at about half the cost. This would reduce the average price of electricity and essentially eliminate the need to build any large electric power plants through the year 2020.

Потерю тепла при сжигании угля и других промышленных испарителей можно использовать, чтобы производить электрическую энергию за половину стоимости закупки этого электричества в сервисной компании. Электричество может использоваться предприятием или быть продано местной энергетической компании для общего использования. Это комбинированное производство высокотемпературного тепла и электричества, известное как *совместное генерирование*, широко используется на промышленных предприятиях по всей Европе. При помощи этого метода в промышленных районах производилось 22 % электричества, используемого в Соединенных Штатах в 1920 году. Однако к 1986 году количество энергии, полученной таким способом, составило приблизительно только 5 %, прежде всего, потому что большинство сервисных компаний назначают высокий дублированный тариф, когда система не работает и платит низкую цену за электричество. Если все большие промышленные испарители использовали бы генерирование, они могли бы производить электричество, количество которого эквивалентно электричеству, выработанному 30 атомными или угольными электростанциями (в зависимости от используемой технологии) при приблизительно половинной стоимости. Это уменьшило бы среднюю цену электричества и, по сути, исключило бы потребность строить любые крупные электростанции до 2020 года.

Утрату тепла при сжигании угля и других промышленных испарителей можно использовать, чтобы производить электрическую энергию за половину стоимости закупки этой электрики в сервисной компании. Электрика может использоваться предприятием или быть продана местной энергетической компании для общего использования. Это комбинированное производство высокотемпературного тепла и электрики, известное как *спільне генерування*, широко використовується на промислових підприємствах по всій Європі. За допомогою цього методу в промислових районах вироблялося 22 % електрики, використовуваної в Сполучених Штатах у 1920 році. Однак до 1986 року кількість енергії, отриманої таким способом, становила приблизно тільки 5 %, насамперед, тому що більшість сервісних компаній призначає високий дубльований тариф, коли система не працює і платить низьку ціну за електрику. Якби всі великі промислові випарники використовували генерування, вони могли б виробляти електрику, кількість якої еквівалентна електриці, виробленій 30 атомними чи вугільними електростанціями (залежно від використовуваної технології) за приблизно половинної вартості. Це зменшило б середню ціну електрики і, власне кажучи, виключило б потребу будувати будь-які великі електростанції до 2020 року.

Net Useful Energy: It Takes Energy to Get Energy

Because of the two energy laws, energy is always required to produce useful, high-quality energy. The true value of the energy obtainable from a given quantity of an energy resource is its **net useful energy** — the total energy available from the resource minus the amount of energy used (the first law), automatically wasted (the second law), and unnecessarily wasted in finding, processing, concentrating, and transporting it to a user. For example, if it takes nine units of fossil fuel energy to deliver ten units of nuclear, solar, or additional fossil fuel energy, the net useful energy gain is only one unit. We can express this as the ratio of useful energy produced to the useful energy used to produce it. In the example above, the net energy ratio would be 10/9, or 1.1. The higher the ratio, the greater the net useful energy yields.

Currently, fossil fuels have relatively high net useful energy ratios because they come mainly from rich, accessible deposits. When these sources are depleted, however, the ratios will decline and prices will rise — it will take more money and high-quality fossil fuel to find, process, and deliver.

Абсолютная полезная энергия: требуется энергия, чтобы получить энергию

Из двух законов сохранения энергии вытекает, что всегда необходима энергия, чтобы произвести полезную, высококачественную энергию. Истинное значение энергии, полученное из данного количества ресурса энергии, является **абсолютной полезной энергией** — это вся энергия, доступная при данном ресурсе, минус количество использованной энергии (первый закон), автоматически потраченной (второй закон), и энергия, растраченная при поиске, обработке, обогащении и транспортировке ее к пользователю. Например, если требуется девять единиц энергии ископаемого топлива для того, чтобы доставить десять единиц атомной, солнечной или дополнительной энергии, полученной при помощи ископаемого топлива, полезная абсолютная энергия составит только одну единицу. Мы можем выразить это в виде соотношения произведенной полезной энергии по отношению к полезной энергии, использованной для того, чтобы эту энергию произвести. В приведенном примере абсолютное отношение энергии было бы 10/9, или 1,1. Чем выше соотношение, тем больше полезный выход энергии.

В настоящее время ископаемые топлива имеют относительно высокое полезное абсолютное соотношение энергии, потому что они находятся главным образом в богатых, доступных месторождениях. Однако когда эти источники будут исчерпаны, эти соотношения уменьшатся и цены повысятся. Будет требоваться большее

Абсолютна корисна енергія: потрібна енергія, щоб одержати енергію

Із двох законів збереження енергії випливає, що завжди необхідна енергія, щоб виробити корисну, високоякісну енергію. Істинне значення енергії, отримане з даної кількості ресурсу енергії, є **абсолютною корисною енергією** — це вся енергія, доступна при даному ресурсі, мінус кількість використаної енергії (перший закон), автоматично витраченої (другий закон), і енергія, розтрачена під час пошуку, обробки, збагачення і транспортування її до користувача. Наприклад, якщо потрібно дев'ять одиниць енергії викопного палива для того, щоб подати десять одиниць атомної, сонячної чи додаткової енергії, отриманої за допомогою викопного палива, корисна абсолютна енергія становитиме тільки одну одиницю. Ми можемо виразити це у вигляді співвідношення виробленої корисної енергії стосовно до корисної енергії, що була використана, щоб цю енергію виробити. У наведеному прикладі абсолютне відношення енергії було б 10/9, чи 1,1. Чим вище співвідношення, тим більший корисний вихід енергії.

Нині викопне паливо має відносно високе корисне абсолютне співвідношення енергії, тому що воно міститься в основному в багатих, доступних родовищах. Однак коли ці джерела будуть вичерпані, це співвідношення зменшиться і ціни підвищаться. Буде потрібна більша кількість грошей і високоякісно-

er new fuel from poorer deposits found deeper in the earth and in remote and hostile areas like the Arctic — far from where the energy is to be used. Conventional nuclear fission energy has a low net energy ratio because it takes large amounts of energy to build and operate power plants and take them apart after their 25 to 30 years of useful life, and to safely store the resulting highly radioactive wastes. Large-scale solar energy plants for producing electricity or high-temperature heat for industrial processes also have low net useful energy ratios. This is because the small flow of high-quality solar energy in a particular area must be collected and concentrated to provide the necessary high temperatures. Large amounts of money and high-quality energy are necessary to process, transport, and mine the materials used in vast arrays of solar collectors, focusing mirrors, pipes, and other equipment. On the other hand, passive and active solar energy systems for heating individual buildings and for heating water have relatively high net useful energy ratios because they supply relatively small amounts of heat at moderate temperatures.

количество денег и высококачественного ископаемого топлива, чтобы найти, обработать и доставить новое топливо из более бедных залежей, расположенных глубже в земле и в отдаленных и опасных областях, подобных Арктике, — далеко от того места, где энергия должна быть использована. Обычная ядерная энергия расщепления имеет низкое абсолютное соотношение энергий, потому что требуется большое количество энергии, чтобы построить и эксплуатировать электростанции, а также демонтировать их после 25-30 лет эксплуатации и безопасно хранить отработанные высокорadioактивные отходы. Крупные солнечные установки для создания электричества или высокотемпературного тепла для промышленных процессов также имеют низкое абсолютное полезное соотношение энергии, потому что небольшой поток солнечной высококачественной энергии в определенной точке должен быть собран и сконцентрирован с тем, чтобы обеспечить необходимую высокую температуру. Необходимо большое количество денежных средств и высококачественной энергии для обработки, транспортировки и добычи материалов, используемых в огромных антеннах солнечных коллекторов, фокусирующих зеркал, в трубах и в другом оборудовании. С другой стороны, пассивные и активные солнечные системы энергии для нагревания отдельных зданий и воды имеют относительно высокое абсолютное полезное отношение энергии, потому что они снабжают относительно малые количества тепла при умеренных температурах.

го палива, щоб знайти, обробити і доставити нове паливо з бідніших покладів, розміщених глибше в землі й у віддалених і небезпечних областях, подібних до Арктики, — далеко від того місця, де енергія повинна бути використана. Звичайна ядерна енергія розщеплення має низьке абсолютне співвідношення енергій, оскільки потрібна велика кількість енергії, щоб побудувати й експлуатувати електростанції, а також демонтувати їх після 25-30 років експлуатації і безпечно зберігати відпрацьовані високорадіоактивні відходи. Великі сонячні установки для вироблення електрики чи високотемпературного тепла для промислових процесів також мають низьке абсолютне корисне співвідношення енергії, тому що невеликий потік сонячної високоякісної енергії у певній точці повинен бути зібраний і сконцентрований для того, щоб забезпечити необхідну високу температуру. Необхідна велика кількість коштів і високоякісної енергії для обробки, транспортування і видобутку матеріалів, використовуваних у величезних антенах сонячних колекторів, фокусованих дзеркал, трубах та іншому устаткуванні. З іншого боку, пасивні й активні сонячні системи енергії для нагрівання окремих будинків і води мають відносно високе абсолютне корисне відношення енергії, бо вони постають відносно малу кількість тепла за помірних температур.

2-7. MATTER AND ENERGY LAWS AND ENVIRONMENTAL PROBLEMS

Throwaway and Matter-Recycling Societies

Today's advanced industrialized countries are *throwaway* societies, sustaining ever-increasing economic growth by maximizing the rate at which matter and energy resources are used and wasted. The physical laws of matter and energy tell us that if more and more people continue to use and unnecessarily waste resources at an increasing rate, sooner or later the capacity of the local, regional, and eventually the global environments to absorb heat and waste matter will be exceeded. A stopgap solution is to convert from a throwaway society to *a matter-recycling society* so that economic growth can continue without depleting matter resources and without producing excessive pollution and environmental disruption. The two laws of energy tell us that *recycling matter always requires high-quality energy*. However, if a resource is not too widely scattered in its distribution, recycling often requires less high-quality energy than that needed to find extracts, and process virgin or unused resources. Nevertheless, a matter-recycling society based on indefinitely increasing economic growth must have an inexhaustible

2-7. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ ВЕЩЕСТВА И ЭНЕРГИИ И ПРОБЛЕМЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Общество «отходов» и общество «рециркуляции материи»

Современные развитые промышленные страны являются обществом **«ОТХОДОВ»**, поддерживающим постоянно увеличивающийся экономический рост, максимизирующим нормы расхода вещества и ресурсов энергии, которые используются впустую. Физические законы материи и энергии говорят нам, что если все больше людей продолжают использовать и тратить впустую ресурсы при все увеличивающейся норме, то рано или поздно способность местной, региональной и в конечном счете глобальной окружающей среды абсорбировать высокую температуру и ненужное вещество будет превышена. Временное решение состоит в следующем: преобразовать общество «отходов» в общество **«рециркуляции материи»** так, чтобы экономический рост мог продолжаться без истощения ресурсов вещества и без чрезмерного загрязнения и разрушения окружающей среды. Два закона сохранения энергии говорят нам, что рециркулирующие вещества всегда требуют высококачественной энергии. Однако если ресурс не очень рассеян, рециркуляция часто требует менее высококачественной энергии, чем та, что необходима, чтобы получить концентраты и обработать новые или не использованные ресурсы. Однако общество, рециркулирующее ма-

2-7. ЗАКОНИ ЗБЕРЕЖЕННЯ РЕЧОВИНИ Й ЕНЕРГІЇ І ПРОБЛЕМИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Суспільство «відходів» і суспільство «рециркуляції матерії»

Сучасні розвинуті промислові країни є суспільством **«Відходів»**, яке підтримує економічне зростання, котре постійно збільшується, максимізує норму витрат речовини і ресурсів енергії, які використовуються марно. Фізичні закони матерії й енергії говорять нам, що якщо дедалі більше людей продовжують марно використовувати і витрачати ресурси за норми, що весь час збільшується, то рано чи пізно здатність місцевого, регіонального і в кінцевому підсумку глобального навколишнього середовища абсорбувати високу температуру і непотрібну речовину буде перевищена. Тимчасове рішення полягає в тому, щоб перетворити суспільство «відходів» у суспільство **«рециркуляції матерії»** так, щоб економічне зростання могло тривати без виснаження ресурсів речовини і без надмірного забруднення і руйнування навколишнього середовища. Два закони збереження енергії доводять нам, що рециркульовані речовини завжди потребують високоякісної енергії. Однак якщо ресурс не дуже розсіяний, рециркуляція часто потребує менш високоякісної енергії, ніж та, що необхідна, щоб здобути концентрати й обробити нові чи невикористані ресурси. Однак суспільство, яке

supply of affordable high-quality energy and an environment with an infinite capacity to absorb waste matter and heat. Although experts disagree on how much usable high-quality energy we have, supplies of nonrenewable coal, oil, natural gas, and uranium are clearly finite.

«Ah,» you say, «but don't we have an essentially infinite supply of high-quality solar energy flowing to the earth?» The problem is that the quantity of sunlight reaching a particular small area of the earth's surface each minute or hour is low, and it is nonexistent at night. With a proper collection and storage system, using solar energy to provide hot water and to heat a house to moderate temperatures makes good thermodynamic and economic sense. But to provide the high temperatures needed to melt metals or to produce electricity in a power plant, solar energy may not be cost-effective because it has a very low net useful energy ratio. One promising solar energy **technology** that may get around this problem is the solar photovoltaic cell, which converts solar energy directly to electricity in one simple, nonpolluting step. If research can lead to continued improvements in the energy

теру, основанное на неопределенном увеличении экономического роста, должно иметь неисчерпаемое поступление доступной высококачественной энергии в окружающую среду с бесконечной способностью абсорбировать ненужное вещество и высокую температуру. Хотя некоторые эксперты утверждают, что высококачественная энергия, пригодная к употреблению, нескончаема, однако запасы невозобновляемого угля, нефти, природного газа и урана безусловно ограничены.

«Ах, — скажете вы, — но разве мы не обеспечены, по сути, бесконечной текущей к Земле солнечной высококачественной энергией?» Но проблема заключается в том, что количество солнечного света, достигающего определенной малой области поверхности земли в течение каждой минуты или часа, является низким, и ночью эта энергия отсутствует. При надлежащей системе накопления и использования солнечной энергии для обеспечения горячей водой и отопления жилища до умеренной температуры солнечная энергия имеет хороший термодинамический и экономический эффект. Но солнечная энергия не может быть рентабельной для обеспечения высоких температур, необходимых для плавки металлов или производства электричества на электростанциях, потому что она имеет очень низкое полезное абсолютное соотношение энергии. Одна многообещающая **технология** использования солнечной энергии, которая может решить эту проблему, — это солнечный

рециркулює матерію, засноване на невизначеному збільшенні економічного зростання, повинне мати невичерпне надходження доступної високоякісної енергії в навколишнє середовище з нескінченною здатністю абсорбувати непотрібну речовину і високу температуру. Хоч деякі експерти стверджують, що високоякісна енергія, придатна до вживання, нескінченна, запаси непоновлюваного вугілля, нафти, природного газу й урану явно обмежені.

«Ох, — скажете вы, — але хіба ми не забезпечені, власне кажучи, нескінченною сонячною високоякісною енергією, що тече до Землі?» Однак проблема полягає в тому, що кількість сонячного світла, що досягає визначеної малої ділянки поверхні землі протягом кожної хвилини чи години, є низькою, і цієї енергії вночі немає. За належної системи нагромадження і використання сонячної енергії для забезпечення гарячою водою й опалення житла до помірної температури сонячна енергія має гарний термодинамічний і економічний ефект. Але сонячна енергія не може бути рентабельною для забезпечення високих температур, необхідних для плавки металів чи виробництва електрики на електростанціях, тому що вона має дуже низьке корисне абсолютне співвідношення енергії. Одна великонадійна **технологія** сонячної енергії, що може розв'язати цю проблему, — це сонячний гальванічний елемент, який перетворює сонячну енергію безпосе-

efficiency of such cells and decrease their cost, roofs or walls facing the sun could be covered with these cells to meet all household electricity needs. Mass production and transportation of solar cells would require energy and matter resources, but most of the matter would come from widely abundant silicon found in sand and other minerals. The excess electricity produced by the cells during daylight can be stored in batteries for use when the sun isn't shining.

Even if solar cells can **provide** an essentially infinite supply of affordable useful energy, **the first energy law** states that we can't increase the universe's available energy supply and **the second energy law states** that the more energy we use to transform matter into products and to recycle these products, the more low-quality heat and waste matter we add to the environment. Thus, the more we order or «conquer» the earth, the greater the disorder or entropy we add to the environment. Although experts argue over how close we are to reaching

гальванический элемент, преобразующий солнечную энергию непосредственно в электрическую за один простой не загрязняющий окружающую среду цикл. Если исследования смогут привести к повышению эффективности производства энергии ячеек гальванического элемента при уменьшении их стоимости, то крыши или стены, стоящие под солнцем, могли бы быть закрыты этими ячейками, чтобы удовлетворить все домашние потребности в электричестве. Массовое производство и перевозка солнечных ячеек потребовали бы энергии и ресурсов вещества, но большинство из необходимых веществ можно получить из широко распространенного кремния, который является основой песка и других минералов. Избыток электричества, произведенного ячейками в течение светового дня, может быть запасен в батареях с тем, чтобы использовать его, когда солнце не светит.

Даже если солнечные ячейки смогли бы обеспечить, по сути, нескончаемое поступление **полезной энергии**, первый закон сохранения энергии гласит, что мы не можем увеличивать поступление **доступной энергии** из Вселенной, и **второй закон сохранения энергии** указывает, что чем большее количество энергии мы используем, чтобы трансформировать вещество в изделия и перерабатывать эти изделия, тем больше низкокачественного тепла и растроченного вещества мы добавляем в окружающую среду. Таким образом, чем больше мы «завоевываем» Землю, тем большую неупорядоченность, или эн-

редньо в електричну за один простий не забруднюючий навколишнє середовище цикл. Якщо дослідження зможуть привести до підвищення ефективності виробництва енергії чарунок гальванічного елемента за зменшення їхньої вартості, то дахи чи стіни, які стоять під сонцем, могли б бути закриті цими чарунками, щоб забезпечити всі домашні потреби в електриці. Масове виробництво і перевезення сонячних чарунок потребували б енергії і ресурсів речовини, але більшість із необхідних речовин можна одержати із широко розповсюдженого кремнію, що є основою піску й інших мінералів. Надлишок електрики, виробленої чарунками протягом світлового дня, може бути припасений у батареях для того, щоб використувати її, коли сонце не світить.

Навіть якщо сонячні чарунки змогли б забезпечити, власне кажучи, нескінченне постачання **корисної енергії**, перший закон збереження енергії говорить, що ми не можемо збільшувати надходження **доступної енергії** Всесвіту, і **другий закон збереження енергії** вказує, що чим більшу кількість енергії ми використовуємо, щоб трансформувати речовину у виробі і переробляти ці виробі, тим більше низькоякісного тепла і розтраченої речовини ми додаємо в навколишнє середовище. Отже, чим більше ми «завойовуємо» Землю, тим більшу неупорядкованість, чи ентропію, додаємо в

overload limits, the laws of matter and energy indicate that such limits do exist. The three physical laws governing matter and energy changes tell us not only what we cannot do but, more important, what we can do. These laws indicate that the best long-term solution is to shift from a throwaway society based on maximizing matter and energy flow and in the process wasting an unnecessarily large portion of the earth's resources, to a **sustainable-earth society**. Such a society would go a step further than a matter-recycling society.

The matter and energy laws also indicate why in the long run it makes more sense thermodynamically and economically to use — input approaches rather than output approaches for controlling pollution. For example, it is much easier and cheaper in the long run to remove most of the sulfur dioxide from the emissions of a coal-burning power plant before they leave the **smoke-stack than to try** to remove the gas once it has been widely dispersed in the atmosphere. The three basic physical laws of matter and energy show that, we are all interdependent on each other and on the other parts of nature for our survival. In the next chapter,

ропию, вносим в окружающую среду. Хотя эксперты и спорят о том, насколько близко мы подошли к достижению предельных нагрузок, законы сохранения вещества и энергии указывают, что такие пределы существуют. Три физических закона, управляющих материей и трансформацией энергии, говорят нам не только, что мы не можем делать, но и, что более важно, что мы делать можем. Эти законы указывают, что лучшее долговременное решение состоит в том, чтобы превратиться из общества «отходов», основанного на максимизированном использовании вещества и энергии с пустой тратой при этом запредельной части ресурсов земли, в **жизнеспособное земное сообщество**. Такое общество было бы шагом вперед по сравнению с обществом, рециркулирующим материю.

Законы сохранения материи и энергии также указывают, почему в конечном счете с точки зрения термодинамики и экономики гораздо более предпочтителен подход, при котором контролируется ввод загрязнения, чем когда контролируется уровень загрязнения на выходе процесса. Например, намного легче и дешевле в конечном счете удалить большее количество серного диоксида из эмиссии горящего угля на электростанции, прежде чем он выйдет через дымовую трубу, чем пробовать нейтрализовать газ, когда это вещество рассеяно в атмосфере. Три основных физических закона сохранения вещества и энергии показывают, что все мы взаимосвязаны друг с другом и с другими частями при-

навколишнє середовище. Хоч експерти і сперечаються про те, наскільки близько підійшли ми до досягнення граничних навантажень, закони збереження речовини й енергії вказують, що такі межі існують. Три фізичні закони, що керують матерією і трансформацією енергії, говорять нам не тільки, що ми не можемо робити, а й, що важливіше, що ми робити можемо. Ці закони вказують, що найкраще довгострокове рішення полягає в тому, аби перетворитись із суспільства «відходів», заснованого на максимізованому використанні речовини й енергії з даремним витрачанням при цьому надмірної частини ресурсів землі, на **життєздатне земне співтовариство**. Таке суспільство було б кроком уперед проти суспільства, яке рециркулює матерію.

Законы збереження матерії й енергії також вказують, чому в кінцевому підсумку з погляду термодинаміки й економіки набагато кращим є підхід, за якого контролюється введення забруднення, ніж коли контролюється рівень забруднення на виході процесу. Наприклад, набагато легше і дешевше зрештою видалити більшу кількість сірчаного діоксиду з емісії палаючого вугілля на електростанції, перш ніж він вийде через димар, ніж пробувати нейтралізувати газ, коли ця речовина розсіяна в атмосфері. Три основні фізичні закони збереження речовини й енергії показують, що всі ми взаємозалежні один від одного і від інших частин природи в нашому вижи-

we will apply these laws to living systems and look at some biological principles that can help us work with nature.

Summary by energy law. Matter is found in various physical forms — solid, liquid, and gas — and chemical forms—elements, compounds, and mixtures of elements and compounds. All matter is composed of uncombined or combined atoms, which contain a certain number of protons, neutrons, and electrons. Atoms of some elements can lose gain one or more electrons to form positively or negatively charged ions. Most matter exists as compounds: fixed combinations of two or more atoms (molecular compounds) or oppositely charged ions (ionic compounds) of two or more different elements. Elements and compounds can undergo physical changes in which their chemical composition is not changed and chemical changes in which they are changed into one or more different elements or compounds. According to the law of conservation of matter, in any physical or chemical change, matter is neither created nor destroyed but merely changed from one physical or chemical form to another

The nuclei of certain types of atoms can undergo nuclear

роды в нашем выживании. В третьей части курса мы применим эти законы по отношению к живым системам и рассмотрим некоторые биологические принципы, которые могут помочь нам работать с природой.

Резюме относительно закона сохранения энергии. Вещество существует в различных физических формах — твердой, жидкой и газообразной, в форме химических элементов и смесей этих элементов, а также в виде составов. Любое вещество состоит из необъединенных или объединенных атомов, содержащих некоторое число протонов, нейтронов и электронов. Атомы определенных элементов могут терять один или более электронов с тем, чтобы сформировать положительно или отрицательно заряженные ионы. Большинство веществ существует в виде составов: устойчивых комбинаций двух или более атомов (молекулярные соединения), ионов с противоположным зарядом (гетерополярные соединения), двух или более различных элементов. Элементы и составы могут подвергаться физическим изменениям, в результате которых их химический состав не изменяется, и химическим реакциям, в результате которых изменяются один либо более элементов или составов. Согласно закону сохранения материи при любой физической или химической реакции вещество не создается и не разрушается, а просто трансформируется из одной физической или химической формы в другую.

Ядра некоторых типов атомов могут подвергаться ядерным

ванні. У третій частині курсу ми застосуємо ці закони стосовно до живих систем і розглянемо деякі біологічні принципи, що можуть допомогти нам працювати з природою.

Резюме щодо закону збереження енергії. Речовина існує в різних фізичних формах — твердій, рідкій і газоподібній, у формі хімічних елементів і сумішей цих елементів, а також у вигляді складів. Будь-яка речовина складається з необ'єднаних чи об'єднаних атомів, що містять певну кількість протонів, нейтронів і електронів. Атоми деяких елементів можуть утрачати один чи більше електронів для того, щоб сформувати позитивно чи негативно заряджені іони. Більшість речовин існує у вигляді сумішей: стійких комбінацій двох чи більше атомів (молекулярні з'єднання), іонів із протилежним зарядом (гетерополярні з'єднання), двох чи більше різних елементів. Елементи і з'єднання можуть піддаватися фізичним змінам, у результаті яких їх хімічний склад не змінюється, і хімічним реакціям, у результаті яких змінюються один або більше елементів чи складів. Відповідно до закону збереження матерії під час будь-якої фізичної чи хімічної реакції речовина не створюється і не руйнується, а просто трансформується з однієї фізичної чи хімічної форми в іншу.

Ядра деяких типів атомів можуть піддаватися ядерним

changes by spontaneously releasing one or more forms of ionizing radiation (*natural radioactivity*), splitting apart when struck by a neutron (*nuclear fission*), or combining with other nuclei at extremely high temperatures and pressures (*nuclear fusion*). Ionizing radiation, released as high-speed alpha or beta particles or high-energy gamma rays from radioactive nuclei and as high-speed neutrons from nuclear fission, can damage living cells. The degree of damage depends on the amount and length of exposure, the type of ionizing radiation, and whether it comes from radioactive materials outside or inside the body. *Energy* is the ability to do work or to cause a heat transfer between two objects at different temperatures. Its many forms can be classified as either *potential energy* (stored energy) or *kinetic energy* (energy of motion). *The first law of energy or law of conservation of energy states* that in any physical or chemical change, in any movement of matter from one place to another, or in any change in temperature, energy is neither created nor destroyed but merely changed from one form to another. *The second law of energy states* that in any conversion of heat into useful work, some of the initial input of energy is always degraded to lower quality, less useful energy, usually low-temperature heat that flows into the environment. This

трансформациям, при этом спонтанно излучая один или несколько видов ионизирующей радиации (*естественная радиоактивность*), расщепляясь при облучении нейтроном (*ядерное расщепление*) или объединяясь с другими ядрами при чрезвычайно высокой температуре и давлении (*ядерный синтез*). Ионизирующая радиация, выпущенная в виде быстрых альфа- или бета-частиц либо высокоэнергетических гамма-лучей из радиоактивных ядер, а также быстрых нейтронов при ядерном расщеплении, может повреждать живые клетки. Степень повреждения зависит от мощности и длины экспозиции, типа ионизирующей радиации и от того, пребывает ли этот радиоактивный материал вне или внутри тела. *Энергия* — это способность выполнять работу или производить теплопередачу между двумя объектами при различных температурах. Ее многочисленные формы могут классифицироваться или как *потенциальная энергия* (запасенная энергия), или как *кинетическая* (энергия движения). Первый закон энергии, или закон сохранения энергии, гласит, что при любой физической или химической реакции, при любом передвижении вещества с одного места на другое или при любом изменении температуры энергия не создается и не разрушается, а просто переходит из одной формы в другую. *Второй закон энергии гласит*, что при любом преобразовании высокой температуры в полезную работу часть начальной энергии всегда разлагается с понижением качества и переходом в менее полез-

трансформациям, при цьому спонтанно випускаючи один чи кілька видів іонізуючої радіації (*природна радіоактивність*), розщеплюючись при опроміненні нейтроном (*ядерне розщеплення*) чи поєднуючись із іншими ядрами при надзвичайно високій температурі і тиску (*ядерний синтез*). Іонізуюча радіація, випущена у вигляді швидких альфа- чи бета-часток високоенергетичних гамма-променів із радіоактивних ядер, а також швидких нейтронів при ядерному розщепленні, може пошкоджувати живі клітини. Ступінь пошкодження залежить від потужності і довжини експозиції, типу іонізуючої радіації і від того, чи перебуває цей радіоактивний матеріал поза чи всередині тіла. *Енергія* — це здатність виконувати роботу чи теплопередавання між двома об'єктами при різних температурах. Її численні форми можуть класифікуватись або як *потенціальна енергія* (запасена енергія), або як *кінетична* (енергія руху). *Перший закон енергії*, чи закон збереження енергії, говорить, що за будь-якої фізичної чи хімічної реакції, за будь-якого пересування речовини з одного місця на інше чи за будь-якої зміни температури енергія не створюється і не зникає, а просто переходить з однієї форми в іншу. *Другий закон енергії* говорить, що за будь-якого перетворення високої температури в корисну роботу частина початкової енергії завжди розкладається зі зниженням якості і переходом у менш корисну енергію, зазвичай низькотем-

means that high-quality energy, unlike matter, cannot be recycled or reused. The energy laws can be used to compare efficiencies and net useful energies of various energy alternatives.

On the basis of the law of conservation of matter and the two energy laws scientists project that sooner or later humans will have to shift from a *throwaway society* to a *sustainable earth society* based on the recycling of matter resources and the flow of energy resources — with greatly increased emphasis on reducing the unnecessary waste of such resources.

ную энергию, обычно низкотемпературное тепло, которое перетекает в окружающую среду. Это означает, что высококачественная энергия, в отличие от вещества, не может быть переработана или многократно использована. Можно использовать законы энергии, чтобы сравнить эффективность и полезную абсолютную величину различных видов энергии.

На основе закона сохранения материи и двух законов энергии ученые предсказывают, что рано или поздно люди будут вынуждены перейти от общества «отходов» к жизнеспособному земному обществу, основанному на рециркуляции ресурсов вещества и потока энергетических ресурсов со значительным усилением акцента на сокращении ненужной траты таких ресурсов.

пературне тепло, що перетікає в навколишнє середовище. Це означає, що високоякісна енергія, на відміну від речовини, не може бути перероблена або багаторазово використана. Можна використовувати закони енергії, щоб порівняти ефективність і корисну абсолютну величину різних видів енергії.

На основі закону збереження матерії і двох законів енергії вчені прогнозують, що рано чи пізно люди будуть змушені перейти від суспільства «відходів» до життєздатного земного суспільства, заснованого на рециркуляції ресурсів речовини і потоку енергетичних ресурсів зі значним посиленням акценту на скороченні непотрібної витрати таких ресурсів.

CONTENTS

1	POPULATION, RESOURCES, ENVIRONMENTAL DEGRADATION AND POLLUTION	6
1-1	HUMAN POPULATION GROWTH	7
1-2	RESOURCES AND ENVIRONMENTAL DEGRADATION	16
1-3	POLLUTION	26
1-4	RELATIONSHIPS AMONG POPULATION, RESOURCE USE, TECHNOLOGY, ENVIRONMENTAL DEGRADATION, AND POLLUTION	31
2	MATTER AND ENERGY RESOURCES: TYPES AND CONCEPTS	40
2-1	MATTER: FORMS AND STRUCTURE	41
2-2	LAW OF CONSERVATION OF MATTER AND CHANGES IN MATTER	46
2-3	ENERGY: TYPES AND CHANGES	60
2-4	FIRST LAW OF ENERGY: YOU CAN'T GET SOMETHING FOR NOTHING	65
2-5	SECOND LAW OF ENERGY: YOU CAN'T BREAK EVEN	67
2-6	ENERGY LAWS AND ENERGY RESOURCES	77
2-7	MATTER AND ENERGY LAWS AND ENVIRONMENTAL PROBLEMS	86

Навчальне видання

**БАБАК Віталій
ГУЛЕВЕЦЬ Вадим
ЗАЙЦЕВ Юрій**

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

**Курс
із фахової мовної
адаптації**

*Редактор Н. Путівкіна
Коректор Л. Тютюнник
Художник обкладинки Т. Зябліцева
Верстка Т. Зябліцевої, Т. Мальчевської*

*Підп. до друку 08.12.04.
Формат 84x108/16. Папір офсет. № 1.
Гарнітура Франклін Готик. Друк офсет.
Ум. друк. арк. 10,08. Обл.-вид. арк. 10,56.
Наклад 500 пр. Зам. 05-036*

*Книжкове видавництво
Національного авіаційного університету
03058, м. Київ, просп. Космонавта
Комарова, 1, кім. 152*

*Свідоцтво про внесення
до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи
(серія ДК, № 977 від 05.07.2002)*

*Тел./факс (044) 406-71-33
E-mail: publish@nau.edu.ua*



Safety
of Life Activity